

# Sportschuheinlagenversorgung – Grundlagen und aktuelle Tendenzen

**Heinz Lohrer, Sportmedizinisches Institut Frankfurt: Einlagen für den Sport wirken, auch wenn der wissenschaftliche Nachweis dazu noch aussteht. Der Beitrag beschreibt, wann Sporteinlagen sinnvoll sind und was bei ihrer Herstellung zu beachten ist.**

Seit mehreren Jahrzehnten werden Sportschuheinlagen eingesetzt, um das Konfektionsprodukt Sportschuh an die individuell variable statische und dynamische Form des Fußes anzupassen. Die Sportschuheinlagenversorgung soll deshalb einerseits einen möglichst optimalen Formschluss zwischen Fuß und Schuh herstellen, um eine maximale Kraftübertragung zwischen dem Fuß des Sportlers und dem Boden zu ermöglichen (Prinzip der Leistungsmaximierung). Andererseits soll die Sportschuheinlage bereits eingetretene Gesundheitsschäden (sog. Sportschäden) heilen (Prinzip der Therapie) und eine frühe Wiederbelastbarkeit sichern. Die Sportschuheinlage soll daneben Sportschäden verhindern, die auf Grund spezifischer anatomischer Konstellationen des Athleten oder in Abhängigkeit von speziellen Belastungsverhältnissen zu erwarten sind, um damit eine langfristige, problemfreie Belastbarkeit im Training zu sichern (Prinzip der Prävention).

Gellman & Burns (1996) geben an, dass in den Vereinigten Staaten 30 Mil-

lionen Menschen laufsportlich aktiv sind. 10 Millionen sollen nach diesen Autoren regelmäßig trainieren. Rudzki (1997) fand bei Rekruten eine Verletzungsinzidenz von 46,6 % oder 52,9/100 Rekruten oder 14,9 Verletzungen pro 1000 Stunden Training. 80 % der Verletzungen betrafen dabei die untere Extremität. In einer eigenen Untersuchung gaben 47 % der Kaderathleten des Deutschen Leichtathletikverbandes an, im Verlauf von drei Jahren mindestens einmal wegen laufassoziiert aufgetretener Beschwerdebilder behandelt worden zu sein. 23 % dieser Sportler waren mit Sportschuheinlagen versorgt (Lohrer et al., 1999). Auch wenn diese Zahlen nicht ohne weiteres übertragen werden können, wird klar, dass der Markt für Sportschuheinlagen, allein für den Laufbereich als immens angesehen werden muss.

Die aktuelle Literatur (Yeung & Yeung, 2001) stellt jedoch fest, dass die Effizienz der Einlagenversorgung zur Prävention laufinduzierter Weichteilschäden der unteren Extremität nicht gesichert ist.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es deshalb, einen Überblick über den derzeitigen Stand des Wissens bezüglich der Sportschuheinlagenversorgung beim Läufer zu geben und Tendenzen für zukünftige Entwicklungen aufzuzeigen.

## Krankheitsbilder

Bereits 1978 haben James et al. vor allem Tendopathien, Insertionstendopathien und Stressfrakturen der unteren Extremität bezüglich ihrer Entstehung und Unterhaltung in einen Zusammenhang mit einem regelmäßigen Lauftraining gebracht (Tab. 1). Daran hat sich bis heute grundsätzlich nichts verändert (Lohrer et al., 1999).

Busseuil et al. (1998) geben an, dass Läufer mit Sportverletzungen im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mehr statische und dynamische Pronation aufweisen. Williams et al. (2001) dagegen fanden bei Läufern mit hochgesprengten Füßen eine höhere Inzidenz von Sprunggelenk- und knöchernen

## Häufigkeit der Diagnosen bei 232 laufinduzierten Sportschäden (JAMES et al., 1978)

• Knieschmerz	29 %
• Tibiakantensyndrom	13 %
• Achillodynie	11 %
• Fasciitis plantaris	7 %
• Stressfrakturen	6 %
• Traktusscheuersyndrom	5 %
• sonstige	29 %

Tabelle 1



1 Wegen eines wahrscheinlich psychosomatisch (larvierte Depression) bedingten, chronischen Vorfußschmerzes wurde der Patient im Laufe von drei Jahren von verschiedenen Behandlern mit insgesamt 15 Paar Einlagen versorgt.

Verletzungen. Senkfüßige Athleten dagegen hatten mehr Knie- und Weichteilschäden, besonders medialseitig.

Bei praktisch allen laufinduzierten Sportschäden der unteren Extremitäten stellt die Sportschuheinlagenversorgung das therapeutische Mittel der ersten Wahl dar, nachdem eine optimierte Sportschuhversorgung festgestellt wurde. Eine Übertherapie mit Einlagen ist möglich und sollte dazu führen, die Diagnose zu überarbeiten (Abb. 1).

## Das Patellaspitzensyndrom

Beim Patellaspitzensyndrom handelt es sich um eine Insertionstendopathie des Ligamentum Patellae am patellaren Ursprung. Betroffen sind vor allem Ballsportarten mit Sprungbelastungen

In der täglichen sportorthopädischen Praxis spielt die Einlagenversorgung zur Behandlung von sportassoziiert auftretenden Schmerzbildern eine wesentliche Rolle. Im Gegensatz dazu sind wissenschaftliche Belege der Wirksamkeit der Sportschuheinlagenversorgung nach den Grundsätzen der Evidenzbasierten Medizin bisher nicht publiziert. Experimentelle Untersuchungen beschäftigen sich vorwiegend mit Dämpfungseigenschaften verschiedener Materialien. Im Sport sollte diese Funktion jedoch durch den Schuh übernommen werden, um das Volumen der Einlage nicht unnötig zu erhöhen. Bei dem derzeitigen Kostendruck im Gesundheitswesen sind daher für die Zukunft vor allem randomisierte klinische Studien zu fordern, die den Wert dieses Hilfsmittels der ersten Wahl belegen. Nur so kann die Kostenübernahme durch die Krankenversicherungen gesichert werden.

(Volleyball und Basketball) sowie die Sprungdisziplinen der Leichtathletik, aber auch Mittel- und Langstreckler. Im eigenen, sportspezifischen Kollektiv (Sportmedizinisches Institut Frankfurt/Main) findet sich diese Diagnose bei 7,4 % der Patienten insgesamt. James et al. (1978) geben die Häufigkeit des Patellaspitzenyndroms beim Läufer mit 2,2 % an.

Degenerative Veränderungen und rezidivierende Mikrorupturen sind die entscheidenden Voraussetzungen, die das Auftreten dieses Sportschadens ermöglichen. Von biomechanischer Seite wird eine Assoziation zu einer vermehrten Rotation im Kniegelenk mit vermehrter tibialer Innenrotation angenommen, die ihrerseits wiederum durch eine vermehrte pronatorische Beanspruchung des Fußes zustande kommt (Bewegungsübertragung). Dabei wird durch eine vermehrte Pronation des Fußes – im Rahmen abgeschwächter, muskulärer Stabilisierung der Fußlängswölbung in der Stützphase – eine Innenrotation auf die Tibia übertragen. So wird der distale Ansatz des Ligamentum Patellae nach medial wegrotiert, wobei vermehrte Zugspannungen im Sinn der Scherkraftentwicklung an der Patellaspitze auftreten. Häufig oder fast regelmäßig finden wir diese Erkrankung assoziiert mit Veränderungen der retropatellaren Knorpelüberzüge (Knorpelschäden) sowie mit Hypermobilitäten der Patella, die ihrerseits wiederum zu einem gestörten Gleitverhalten im Femuropatellargelenk Anlass geben. Die Erkrankung ist als „Springerknie“ (englisch: Jumper's knee) in die Literatur eingegangen.

In der konservativen Therapie dominieren die Sportschuheinlagenversorgung mit Betonung der medialen Stütze sowie hyperämisierende, physikalisch-krankengymnastische Maßnahmen zum Ausgleich der häufig vorhandenen Streckler-/Beugermuskeldysbalance und die funktionelle Beinachsenstabilisation. Vor dem Training sind Friktionsmassage und/oder hyperämisierende Salben zu empfehlen. Nach der Trainingsbelastung sollte dagegen der Reizzustand durch Applikation von Kälte heruntergeregelt werden. Eine moderne Behandlungsoption ist – wie bei anderen Sehnenschäden auch – die extrakorporale Stoßwellentherapie. Bei Versagen gegenüber einer konservativen Therapie kommt eine operative Behandlung durch Einkerbung des Patellaseh-

nenursprungs und Entfernung eventuell degenerativer Einlagerungen im Zentrum des Ligamentum Patellae Ursprungs in Betracht. Cook & Kahn, 2001 finden in einer Literaturübersicht, dass nach den vorliegenden Untersuchungen keine der geprüften Behandlungsvarianten, inklusive der operativen Therapie, empfohlen werden kann. Studien zum Wert der Sportschuheinlagenversorgung beim Patellaspitzenyndrom wurden dabei nicht gefunden.

#### Das Tractus iliotibialis Scheuersyndrom und das Popliteusehnnensyndrom

Die beiden Tendopathien sind an der lateralen bzw. posterolateralen Kniesseite lokalisiert. Ursache ist zum einen eine schmerzhaft Sehnereizung im Ansatzbereich der Sehne des musculus popliteus, die, von der proximal dorsalen Tibiametaphyse ausgehend, die laterale Meniskusbasis durchzieht, das knieaußenseitige Kollateralband unterkreuzt und unmittelbar davor am lateralen Femurkondylus ansetzt. Da dem Muskel eine intensive rotationsstabilisierende Rolle in der dynamischen Belastung (Stützphase) zufällt, ist die rotationsassoziierte biomechanische Induktion verständlich.

Ähnlich sind die Zusammenhänge beim Tractus iliotibialis Scheuersyndrom, welches dadurch verursacht wird, dass der distale Anteil des Tractus iliotibialis über dem lateralen Femurkondylus scheuert, wenn er in der strecknahen Situation vom Streckler zum Beuger wird (so genanntes Pivoting). James et al. (1978) geben die Häufigkeit des Tractus iliotibialis Scheuersyndrom beim Läufer mit 4,7 % an.

Pathologisch anatomisch kann sowohl beim Popliteusehnnensyndrom als auch beim Tractus iliotibialis Scheuersyndrom eine verdickte Bursa Anlass der schmerzhaften Reizung sein.

Beide laufinduzierten Sportschäden finden wir vor allem im Zusammenhang mit Hüftrotationsfehlern, bei unkontrollierten und unvorbereiteten Bergabläufen sowie beim Training am Strand (Sandläufe).

Die Behandlung erfolgt zunächst durch passagere Belastungsreduktion. Daneben sind biomechanisch orientierte Sportschuheinlagenversorgung und krankengymnastische Maßnahmen zum Ausgleich der vermuteten rotatorischen Dekompensation zunächst indiziert. Injektionen sind besonders dann sinnvoll, wenn das Schmerzbild durch eine Bursi-

tis lokal verursacht wird. Nur in ganz seltenen Fällen kann eine operative Intervention beim Tractus Scheuersyndrom (Tractusspaltung) notwendig werden.

#### Stressfrakturen

Stressfrakturen oder Ermüdungsbrüche haben sich zu einem der häufigsten Sportschäden bei Läufern entwickelt (Brody & David, 1986). Betroffen sind nahezu ausschließlich die Knochen der unteren Extremität. Stressfrakturen äußern sich durch dumpfe Schmerzen im Stützapparat bei hochbeschleunigten Bewegungen, wie Laufen oder Springen. Klinisch ergeben sich eng umschriebene, druckempfindliche Stellen im Skelettsystem, die initial häufig röntgentechnisch nicht auffällig sind. Erst nach 2 – 4 Wochen kann man feine Fissuren erkennen. In der Spätform sieht man auf der Röntgenaufnahme Spalten, die Ähnlichkeiten mit Bruchspalten haben. Histologisch lassen sich aber keine Kontinuitäts-Unterbrechungen nachweisen.

Stressfrakturen heilen meist nach Reduzierung bzw. Absetzung oder Umleitung der hochbeschleunigten Belastung von alleine aus. Auf der Röntgenaufnahme sieht man dann wie bei traumatischen Brüchen Verdickungen durch Kallusbildung. Heilt die Stressfraktur nicht ab, kann durch Anbohren durch den Bruchspalt und/oder mittels Osteosynthese die Frakturheilung angeregt werden. Für das Auftreten von Stressfrakturen gibt es offensichtlich Prädispositionen, die im Einzelnen bis heute noch nicht endgültig erforscht sind.

#### Tibiakantensyndrom

Bei Sportarten, die mit einer hohen läuferischen und Sprungbelastung einhergehen (Sprint, Mittel- und Langstrecke sowie Sprungdisziplinen der Leichtathletik), findet sich eine hohe Inzidenz von Tibiakantensyndromen. In der Literatur wird als Ursache dieses Sportschadens zum einen die Möglichkeit einer insertionsstendopathischen Reaktion der Muskelsprünge (M. tibialis posterior und M. Flexor hallucis longus), zum anderen die Möglichkeit eines belastungsinduzierten, chronischen Kompartmentsyndroms des tiefen medialen Unterschenkelkompartments oder aber die Möglichkeit einer chronischen Stressreaktion/Stressfraktur der Tibia diskutiert.

Aufgrund dieser ätiologischen Überlegungen sollten in der Therapie anti-

phlogistische nicht steroidale Anti-Rheumatika (NSAR lokal oder systemisch, Elektrotherapie, Lymphdrainagen) symptomatisch eingesetzt werden. Auf Grund biomechanischer Überlegungen werden Sportschuheinlagen und krankengymnastische Behandlung (funktionelle Beinachsenstabilisation) empfohlen, um die Belastung der Muskulatur des tiefen medialen Unterschenkelkompartments zu reduzieren.

#### Achillodynie

Pathologisch-anatomisch verstehen wir unter Achillodynie eine Kombination aus Paratendinose und Tendinose der Achillessehne. Diese Komponenten sind jeweils mehr oder weniger ausgeprägt (Puddu et al. 1976). Der freie Verlauf der Sehne, meist 2 – 7 cm proximal ihrer calcanearen Insertion, ist betroffen. Die Achillodynie zeichnet sich durch einen belastungsabhängigen, lokalen Schmerz aus und geht immer mit einer Druckdolenz sowie meist mit einer Schwellung der Achillessehne einher (Lohrer 1991). In der Literatur wird die Diagnose „Achillodynie“ meist nicht korrekt gebraucht und bei allen Schmerzen im Fersenbereich gestellt. Die Achillodynie ist ein typischer lauf- und sprungbelastungsinduzierter Sportschaden. Nur selten sind endogene Ursachen (meist Hyperurikämie) ätiologisch beteiligt. Repetitive Mikrotraumatisierung und mangelhafte Regeneration der Sehne oder entzündliche Veränderungen im Paratenon setzen den klinisch zunächst latenten Prozess der Achillessehnen Degeneration in Gang (Józsa & Kannus, 1997). Anomalien der unteren Extremität und Vorschäden führen zu einer vermehrten Pronation in der Stützphase des Laufens, in

deren Folge die Achillessehne einer vermehrten Torsionsbelastung ausgesetzt wird (Segesser & Nigg 1980).

Therapeutisch sind neben Belastungsmodifikationen und Belastungspausen Sportschuheinlagen (meist mit Detorsionsstütze), gelegentlich Infiltrationen, Extrakorporale Stoßwellentherapie und Physiotherapie inklusive krankengymnastischer Beinachsenstabilisation im Behandlungsplan. Therapieresistente Fälle werden operativ versorgt (Lohrer, 1996).

#### Fasciitis plantaris

Die Fasciitis Plantaris ist eine belastungsassoziiert auftretende Erkrankung, die auf der Grundlage einer chronisch degenerativen Veränderung der Ursprungsregion der Aponeurosis Plantaris am Tuber calcanei, besonders medial, entsteht (Lohrer & Schöll, 2001). Das Schadensbild findet sich sowohl bei nicht, oder nur wenig sporttreibenden Personen, als auch beim Sportler und weist eine Assoziation zu Übergewichtigkeit auf. Eine Kombination des Krankheitsbildes mit einer knöchernen calcanearen Ausziehung („Fersensporn“) ist möglich, aber nicht notwendig.

Die grundsätzliche Behandlungsstrategie beinhaltet zunächst eine Reduktion der auslösenden Belastung, eine biomechanisch orientierte Einlagenversorgung sowie physiotherapeutische Behandlungsansätze. Es sind auch Erfolge mit Nachtschienenlagerungen beschrieben.

Systemische, antiphlogistische Therapie, aber auch lokale Injektionsbehandlung wird immer wieder empfohlen. Die oft empfohlenen Injektionen mit Kortisonkristallsuspensionen sind gefährlich, weil sie eine Ruptur der Fascia Plantaris induzieren können.

#### Fertigungstechnische Prinzipien Konventionelle Sportschuheinlagen

Als prinzipielle Zielsetzung der Einlagenversorgung gibt Grifka (1997) den Ausgleich einer veränderten Statik und die Normalisierung einer veränderten Schrittabwicklung an. Als Indikationen dieser „klassischen“ Einlagenversorgung sieht der Autor pathologische Fußformen an, deren Ursache häufig in einem neurophysiologischen Krankheitsbild liegen. Entsprechend sollen diese Einlagen korrigieren, stützen, entlasten und/oder betten. Damit soll nach der klassischen Denkweise die Ausrichtung der Skelettelemente statisch und dynamisch normalisiert werden (Kilmartin et al., 1994). Die klassischen 2/3 Einlagen wurden aus harten Materialien (Holz, Metall, Plexidur) hergestellt.

Im Gegensatz dazu sollen Sportschuheinlagen zum einen bei (noch) gesunden Sportlern verletzungs- und schadenspräventiv wirken und die sportliche Leistungsfähigkeit verbessern oder optimieren. Für diesen Einsatzbereich wird davon ausgegangen, dass bestimmte anatomische und funktionelle Prädispositionen, kombiniert mit spezieller sportlicher Belastung, mit hoher Wahrscheinlichkeit Sportschäden induzieren.

Andererseits sind es spezifische, sportassoziiert auftretende Überlastungsbeschwerden der unteren Extremität, bei denen die Sportschuheinlagenversorgung das Mittel der ersten Wahl in der Therapie darstellt (Lohrer, 1996).

Im Sport sind die Fußformen grundsätzlich nicht pathologisch. Ein Hohlfuß, Knick-Senkfuß oder Plattfuß eignet sich nicht zur relevanten sportli-



**RICHTER**  
**Ladenbau**  
G m b H D r e s d e n

**Aus einer Hand für Ihr Geschäft:**  
**Geschäftseinrichtungen, spezifisch individuelle**  
**Werkstattmöbel**

**PLANUNG · FERTIGUNG · MONTAGE**  
**· BAUBETREUUNG**

Wiesentorstraße 3  
01097 Dresden

Tel.: 03 51/8 02 24 28

Fax: 03 51/8 02 12 59

E-Mail: Richter-Ladenbau@t-online.de

www.richter-ladenbau.de

Fertigung:

Salzburger Straße 38 – 40

01279 Dresden

Tel./Fax: 03 51/25 34-3 86

**motionQuest**

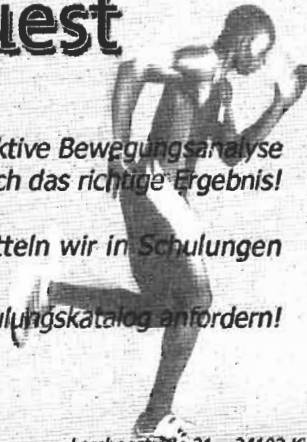
**neuartige Software**  
**für die schnelle und effektive Bewegungsanalyse**  
**bringt automatisch das richtige Ergebnis!**

**unser Know-how vermitteln wir in Schulungen**

**Software-Demo und Schulungskatalog anfordern!**

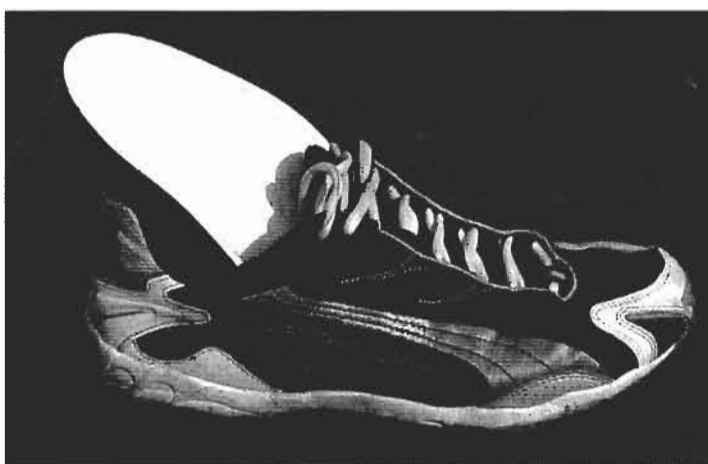
**CURREX**

Lerchenstraße 21 \_ 24103 Kiel  
Fon: 0431.6611285 \_ Fax: 0431.6611286 \_ info@currex.de \_ www.currex.de



„klassische“ Techniken	„moderne“ Techniken
Fußuntersuchung	Untersuchung Bein, Hüfte, Becken, Wirbelsäule
Trittschaum	3D-Scanner
Trittspur	Druckmessplatten
stehen gehen	Druckmesssohlen
Abriebverhalten des Sportschuhes	Laufanalyse

Tabelle 2 Handwerkliche, arbeitstechnische Methoden der Untersuchung eines Sportlers vor der Sportschuheinlagenfertigung



2 Die Sportschuheinlagenversorgung kann nur im Zusammenhang mit einem individuell optimalen Sportschuh erfolgen, der eine stabile Basis für die Einlage bietet. Für den Behandlungseffekt ist das System Sportschuh plus Einlage verantwortlich.

chen Belastung. Im Sport finden wir jedoch Normvarianten, die als hochgesprengt oder senkfüßig bezeichnet werden. Bei Athleten mit hochgesprengten Füßen konnten mehr Sprunggelenk- und knöcherne Verletzungen (Stressfrakturen) nachgewiesen werden, während senkfüßige Sportler mehr Knie- und Weichteilverletzungen aufwiesen (Williams et al., 2001).

Die Funktion der Sportschuheinlage ergibt sich nicht aus statischen, sondern aus dynamischen Überlegungen. Eine Korrektur statisch auffälliger Achsanomalien und Formstörungen ist nicht anzustreben. Die Stützfunktion steht ganz im Vordergrund. Die stützenden Elemente sollen eine funktionelle Überbewegung (Überpronation in der Landungsphase, Übersupination im Abstoß) verhindern. Entlastende und bettende Elemente können dort eingearbeitet werden, wo Überlastungsreaktio-

nen am Fuß manifest geworden sind, beispielsweise bei einer Stressfraktur eines Mittelfußknochens.

Auf Grund der Tatsache, dass die Sportschuheinlage ihre Funktion in der Dynamik, das heißt während der sportlichen (Lauf-)Bewegung entfalten soll, müssen ihre funktionellen Elemente im Vergleich zur konventionellen Einlage weniger ausgeprägt gearbeitet werden, um keine Druckstellen zu induzieren. Vor allem ist in diesem Zusammenhang vor einer starken Ausprägung der Quergewölbeabstützung zu warnen.

Die Sportschuheinlage muss langsohlig gefertigt werden, um sie sicher im Schuh zu stabilisieren und ein Verutschen zu verhindern und um damit einen sicheren Kraftschluss zwischen Fuß und Schuh zu gewährleisten. Technisch hat es sich dabei bewährt, eine etwas härtere Fersen- und Mittelfußkonstruktion (2/3 Schale) mit einer wei-

chen, langsohlig Decke zu kombinieren.

Für die Herstellung einer Sportschuheinlage sind Materialien zu wählen, die eine individuelle Nachbearbeitung zulassen. Für die Fersenschale hat sich dabei besonders flexibler Kork bewährt, der mit verschiedenen Kunststoffen zusammengepresst eine ideale Konsistenz, eine hohe Formbeständigkeit und Rückstellkraft sowie eine hohe Hautfreundlichkeit und Atmungsaktivität bietet. Der langsohlige Überzug soll aus einem hoch flexiblen, rutschfesten und atmungsaktiven Material bestehen. Meist werden hierzu thermoplastische Weichschäume verwandt, die auch die hohe sportliche Belastung auf Dauer ohne Funktionsverlust tolerieren. Bei intensiver Schweißneigung sind textile, atmungsaktive Bezüge, beispielsweise aus Alcantara zu empfehlen. Leder hat sich als Material zur Sportschuheinlagenfertigung nicht bewährt.

Die Literaturanalyse zum Thema Sportschuheinlage zeigt eine Fülle von Publikationen zum Dämpfungsverhalten. Die Autoren haben dabei jedoch ausschließlich Fersenkissen aus verschiedenen viskoelastischen Materialien untersucht. Dabei finden die Autoren widersprüchliche Ergebnisse. Biomechanische, vergleichende Messungen konnten zwischen unterschiedlichen viskoelastischen Fersenkissen Unterschiede (Windle et al., 1999) als auch keine Unterschiede (Nigg et al., 1988) nachweisen. In epidemiologischen Studien wurde ein Effekt dieser viskoelastischen Fersenkissen nicht gezeigt (Gardner et al., 1989). Nach einer systematischen Analyse soll jedoch ein präventiver Effekt bezüglich Stressfrakturen beziehungsweise Stressreaktionen vorliegen (Gillespie & Grant, 2000). Leider wird im angloamerikanischen Sprachraum der Begriff „insole“ für alle in den Schuh eingebrachten Elemente, die konfektionell hergestellt werden, verwandt. So kann zunächst nicht zwischen Fersenkissen, verschiedenen Passteilen und Sohlen sowie Einlagen differenziert werden.

Die Dämpfung jedoch ist eine klassische Funktion des Sportschuhes, deren Nutzen durch neuere biomechanische Untersuchungen vermehrt in Frage gestellt wird (Nigg 1997). Besonders aus Gründen der Volumenreduktion und der damit verbundenen Passformoptimierung des Systems Schuh-Einlage-Fuß

war die Dämpfung nie eine Funktion einer Sportschuheinlage.

Bei der Sportschuheinlagenversorgung besteht eine „Gewichtsproblematik“ in doppelter Hinsicht. Zum einen ist es das Gewicht der Einlage, welches einen wesentlichen Einfluss auf die sportliche Leistungsfähigkeit ausüben kann. Schwere Einlagen erreichen durchaus das Gewicht leichter Wettkampflaufschuhe. Nigg und Segesser (1992) konnten bei Laufschuhenanalysen zeigen, dass pro 100 g Erhöhung der Masse des Laufschuhs bei 5 – 7 m/s Laufgeschwindigkeit etwa 1% mehr Energie verbraucht wird. Bei höherer Laufgeschwindigkeit nimmt die energetische Mehrbelastung noch weiter zu (Segesser, 1999). Dies ist ein Faktor, der besonders im Leistungssport die Einlagenversorgung limitiert. Wie für den Läufer die Masse der Einlage erhebliche Bedeutung besitzt, so ist umgekehrt die Masse des Läufers für die Einlagenherstellung von wesentlichem Interesse. Elastizität, Widerstand und Rückstellkraft des Materials, aus dem die Einlagen hergestellt werden, müssen dem Körpergewicht des Sportlers angepasst werden.

Komfort ist eine entscheidende Qualität einer Einlage. Der initiale Kontakt des Fußes mit einer neuen Einlage entscheidet darüber, ob der Sportler ein gutes oder schlechtes „Gefühl“ damit und im Vergleich zum Schuh ohne Einlage hat. Komfort ist damit ein wichtiges Verkaufsargument für ihren Hersteller. Daneben entscheidet der Komfort auch darüber, ob die Einlage regelmäßig benutzt wird und damit überhaupt wirksam werden kann. Dem Prinzip Komfort sind deshalb herstellungstechnisch alle materialtechnischen Fragen sowie die Ausführung von Korrektur-, Stütz- und Führungselementen und von Bettungen

und Entlastungen unterzuordnen. Robins & Gouw (1991) warnen in diesem Zusammenhang nach einer Untersuchung von Sportschuhen davor, dass zu weiche Polsterungen den Fuß dabei stören, potenziell schädigende Kräfte adäquat wahrzunehmen und geeignet zu beantworten („perceptual illusion“).

In der Vergangenheit wurde der initiale Kraftstoß („impact peak“) beim Aufsetzen des Fußes eines Läufers als schädigend betrachtet (Cavanagh & LaFortune, 1980). Ein Zusammenhang zwischen hohen Impactkräften und dem Auftreten sportspezifischer Verletzungsbilder konnte aber nie gesichert werden (Nigg, 1997). Eine mechanisch nachweisbare Ausrichtung von Skeletteilen konnte ebenso nicht gezeigt werden (Stacoff et al., 1999). Der dadurch entstehende Erklärungsbedarf wurde von Nigg (1997, 2001) durch die Einführung des „Muscle tuning models“ geschlossen. Dabei wird davon ausgegangen, dass die beim Laufen in den Fuß eingeleiteten Kräfte (input signal) durch spezifische neurogene Rezeptoren wahrgenommen und reflektorisch aktiv, das heißt muskulär beantwortet werden. Art, Umfang und Größe dieser Antwort sollen individuell sein. Damit kann eine individuell optimierte Steuerung der Bewegung in Abhängigkeit von den (Stör-)Reizen Anatomie, Einlage, Schuh und Untergrund erfolgen. Eine gute Sportschuheinlage wird dabei die zur optimierten Bewegungssteuerung erforderliche muskuläre Antwort verringern und so mehr Reserven in Richtung momentaner und/oder Dauerleistung (geringere Ermüdung) zulassen.

Ausgangspunkt einer jeden Sportschuheinlagenversorgung ist die klinische Untersuchung des Fußes. Übergeordnete funktionelle und anatomische Zusammenhänge sind zu berücksichti-

gen, beispielsweise Rotationsanomalien der unteren Extremitäten oder muskuläre Dysbalancen sowie Schäden und Verletzungsfolgen am gesamten Bein und der Lendenwirbelsäulen-Becken-Hüftregion. Dazu ist es unbedingt erforderlich, die Untersuchung am Athleten vorzunehmen, der bis zur Unterhose entkleidet ist.

Bei der Herstellung einer Sportschuheinlage sind sowohl statische als auch dynamische Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Statisch bedeutet dabei, dass unter Belastung die dreidimensionale Form des zu versorgenden Fußes am besten mittels Trittschaum erfasst wird. Alternativ dazu werden in jüngster Zeit 3D-Scanner eingesetzt, deren Daten direkt in eine Fräsmaschine zur Herstellung eines Einlagenrohlinges übertragen werden können. Daneben muss eine Belastungsanalyse erfolgen, die konventionell mittels einer Trittspur im Stehen und/oder im Gehen durchgeführt wird. Als moderne Alternative kommen Druckmessplatten und/oder Druckmesssohlen zum Einsatz.

Daneben sind heute in orthopädisch-schuhtechnischen Betrieben mit Sport-spezialisierung meist videogestützte Analysesysteme vorhanden. Zahlreiche Versuche wurden unternommen, mittels Winkelmessungen Daten zu produzieren, die wissenschaftlichen Ansprüchen genügen. Diese konnten den Nachweis bisher nicht erbringen, valide und reproduzierbare Daten zu liefern (Grau et al., 2000). Dennoch ist die Methode geeignet, die Fertigung einer Sportschuheinlage zu optimieren, da sie zumindest eine grobe Analyse der Bewegung nahe der sportartspezifischen, funktionellen Geschwindigkeit auch in Zeitlupe zulässt. Als konventionelle Alternative dazu ist die Untersuchung des getragenen Sportschuhs in

**CoSinOS**  
EDV

Wir bieten Ihnen für Ihren Orthopädie-Betrieb die...

**Software**  
**komplett Lösung**

Haben Sie Interesse an einem unserer Programme.  
Kein Problem - Wir beraten Sie gerne!

**OrthoCalc · OrthoFakt · OrthoPed · OrthoControl · OrthoWorkflow · OrthoCash · OrthoView**

ma CoSinOS EDV  
Thöngeisinger Str. 80  
7256 Fürstenfeldbruck

[www.CoSinOS.de](http://www.CoSinOS.de)

Tel. 08141/331571  
Fax 08141/349566  
email [info@cosinos.de](mailto:info@cosinos.de)



3 Propriozeptive Einlagenversorgung mit speziellen Elementen von 2 – 3 mm Höhe, die an Orten platziert werden, die durch die vorherige Analyse des Patienten definiert sind. (Fotos: C. Heili)

jedem Falle zu fordern, da er eine Summation hunderttausender Bewegungszyklen abbildet. Zu achten ist dabei besonders auf Lokalisation und Gleichmäßigkeit von Abriebverhalten und Materialermüdung im Innenraum und an der Sohle.

Nur im Zusammenspiel mit einem optimalen Sportschuh kann eine Sporteinlage ihre Wirkung entfalten (Abb. 2). Deshalb ist zu fordern, dass die Fertigung einer Sporteinlage die Analyse des getragenen Sportschuhes einschließt. In vielen Fällen ist vor einer Einlagenversorgung die Anschaffung eines neuen Sportschuhes notwendig, um eine stabile Basis für die funktionelle Sporteinlage zu bieten.

### Propriozeptive Einlagen

Erst in jüngster Zeit rücken Fragestellungen zur Propriozeption zunehmend in den Mittelpunkt der orthopädisch-biomechanischen Forschung (Lephart & Fu, 2000, Gollhofer et al., 2001). Ursache dafür war die Problematik, funktionelle Störungen am Stütz- und Bewegungsapparat mit rein mechanischen Modellen nicht ausreichend erklären zu können.

Die theoretische Basis propriozeptiver Einlagen kann aus der „muscle tuning“ Theorie (Nigg, 1997) abgeleitet werden. Bereits Komi et al. haben 1993 darauf hingewiesen, dass die Härte des Zwischensohlenmaterials eines Sportschuhes durch Variation der muskulären Aktivität ausgeglichen wird. Die Autoren folgerten daraus, dass bestimmte Schuh- und Einlagenkonstruktionen das „man-shoe-surface“ Zusammenspiel optimieren, um die externen Belastungen auf die Muskeln, Gelenke und Bänder so zu verteilen, dass Verletzungen verhindert und Leistungen verbessert werden können. Damit wird klar, dass für zukünftige Forschungen vor allem der Einsatz der Elektromyografie zu fordern ist, um das entscheidende und einzig aktive Stellglied (den Muskel) im Regelkreis zwischen Sensor und Effektor zu beurteilen.

Die Philosophie, die hinter der Herstellung und Verwendung propriozeptiver Einlagen steht, wurde durch die „funktionelle Myologie“ begründet (Bourdiol, 2001). Jahrling (1999), Heili (2001) und Aich (2001) haben die Methode besonders im deutschen Sprachraum verbreitet.

Propriozeptive Einlagen sind heute außerhalb des Sportes und besonders bei neuromuskulären Krankheitsbildern bereits weit verbreitet. Ein objektiver Nachweis ihrer Wirkung fehlt (Döderlein et al., 2001). Das Volumen und die Härte der Elemente, die zur Erzeugung propriozeptiver Information bei cerebralen Bewegungsstörungen aufgebaut werden, machen ihre Verwendung im Sport von vornherein unmöglich (Abb. 3).

Für den Einsatz im Sport geeignet erscheinen entsprechende Elemente, die mit wenig Volumen auskommen und ihren sensorisch erregenden Effekt dann ausüben, wenn der Fuß beim Laufen mit hoher Geschwindigkeit sich verformt. Robbins & Gouw haben 1992, vermutlich ohne es zu wissen, mit ihrer Untersuchung bereits wesentliche Informationen zum Verständnis der Wirkung propriozeptiver Einlagen geliefert. Alleine durch die Hinzunahme von 2 mm hohen Elementen auf einer harten Oberfläche unter dem Fuß konnte bereits bei niedrigen plantaren Drücken die subjektiven Empfindungen relevant gesteigert werden.

Diese Beobachtung könnte die Wirkung von nur 2 – 3 mm hohen Stimulations-elementen, die bei der Fertigung

propriozeptiven Sportschuhleinlagen heute meist eingesetzt werden, erklären. Berichte zu positiven Ergebnissen dieses neuartigen Behandlungskonzeptes liegen bisher nur in anekdotischer Form vor und müssen durch kontrollierte Studien und experimentelle Messdaten weiter abgesichert werden.

Insgesamt bleibt auch die Frage offen, ob nicht auch die Effizienz der klassischen Sportschuhleinlage zu großen Teilen propriozeptiv vermittelt ist. ]

### ● ● Anschrift des Verfassers:

Dr. Heinz Lohrer  
 Ärztlicher Direktor des  
 Sportmedizinischen Institut Frankfurt  
 am Main e.V.  
 Otto-Fleck-Schneise 10  
 60528 Frankfurt

## Literatur

- Bourdiol, R.-J. (2001): Funktionelle Myologie. OST 7/8: 16 - 25
- Brody, M. D. and David, M. (1986): Running injuries. In: The lower extremity and spine in sport medicine (Edited by Nicholas, J.A. and Hershman, E.B.): 1560 - 1566
- Busseuil, C., Freychat, P., Guedj, E. B., Lacour, J. R. (1998): Rearfoot-forefoot orientation and traumatic risk for runners. Foot Ankle Int 19(1): 32 - 7
- Cavanagh, P. R., LaFortune, M. A. (1980): Ground reaction forces in distance running. J Biomech 13: 397 - 406
- Cook, J. L., Khan, K. M. (2001): What is the most appropriate treatment for patellar tendinopathy? Br J Sports Med 35: 291 - 294
- Döderlein, L., Metaxiotis, D., Siebel, A. (2001): OST Sonderheft Propriozeption: 42 - 46
- Eich, L. (2001): Podo-ätiologische Therapiesohlen. OST 7/8: 29 - 30
- Gardner, L. L., Dziados, J. E., Jones, B. H., Brundage, J. F., Harris, J. M., Sullivan, R., Gill, P. (1988): Prevention of lower extremity stress fractures: a controlled trial of a shock absorbent insole. Am J Public Health, 78: 563 - 567
- Gellman, R., Burns, S. (1996): Walking aches and running pains. Injuries of the foot and ankle. Prim Care 23(2): 263 - 80
- Gillespie, W. J., Grant, I. (2000): Interventions for preventing and treating stress fractures and stress reactions of bone of the lower limbs in young adults. Cochrane Database Syst Rev (2): pCD000450
- Gollhofer, A., Lohrer, H., Alt, W. (2001): Propriozeption - Grundlegende Überlegungen zur sensorischen Steuerung. OST Sonderheft Propriozeption: 10 - 14
- Grau, S., Müller, O., Bäuerle, W., Beck, M., Krauss, I., Maiwald, Ch., Baur, H., Mayer, F. (2000): Grenzen und Möglichkeiten der 2D-Videoanalyse in der Bewertung physiologischer und pathologischer Abrollvorgänge des Fußes bei Läufern. Sportverl Sportschad 14: 107 - 114
- Grifka, J. (1997): Einlagen, Schuhzurichtungen, orthopädische Schuhe. Indikationen, Verordnung, Ausführung. Enke Verlag, Stuttgart
- Heili, C. (2001): Beschrieben in OST Sonderheft Propriozeption: 60 - 61
- Jahrling, L. (1999): Propriozeptive Sporteinlagen für Basketballer. OST Sonderheft Sportversorgung: 94 - 95
- James, S. L., Bates, B. T., Osternig, L. R. (1978): Injuries to runners. Am J Sports Med 6: 40 - 50
- Józsa, L., Kannus, P. (1997): Human tendons. Anatomy, physiology and pathology. Human Kinetics
- Kilmartin, T. E., Wallace, W. A. (1994): The scientific basis for the use of biomechanical foot orthoses in the treatment of lower limb sports injuries - a review of the literature. Br J Sp Med 28: 180 - 184
- Komi, P. V., Hyvarinen, T., Gollhofer, A., Kvist, M. (1993): Biomechanische Überlegungen über Stoßkräfte und Fußstabilität beim Laufen. Sportverletz Sportschad 7: 179 - 182
- Lephart, S. C., Fu, F. H. (2000) eds: Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability. Human Kinetics
- Lohrer, H., Alt, W., Gollhofer, A. (1999): Der moderne Joggingsschuh - Design versus Biomechanik. OST-Sonderheft, 13 - 16
- Lohrer, H., Schöll, J. (2001): Fasciitis plantaris - Eine Übersicht. OST 7/8: 63 - 65
- Lohrer, H. (1991): Seltene Ursachen und Differentialdiagnosen der Achillesdysurie. Sportverl Sportschad 5: 182 - 185
- Lohrer, H. (1996): Die Achillesdysurie - Eine Übersicht. Sportorthop Sporttraumatol 12: 36 - 42
- Nigg, B. M., Nurse, M. A., Steanshyn, D.J. (2001): Einlagen für den Sport - Funktion und Aufgaben. OST Sonderheft Propriozeption: 32 - 40
- Nigg, B. M., Herzog, W., Read, L. J. (1988): Effect of viscoelastic shoe insoles on vertical impact forces in heel-toe running. Am J Sports Med 16: 70 - 76
- Nigg, B. M. (1997): Impact forces in running. Current Opinion in Orthopedics 8: 43 - 47
- Nigg, B. M., Segesser, B. (1992): Biomechanical and orthopedic concepts in sport shoe construction. Med Sci Sports Exercise 24: 595 - 602
- Robbins, S. E., Gouw, G. J. (1991): Athletic footwear: unsafe due to perceptual illusions. Med Sci Sports Exerc 23: 217 - 224
- Rudzki, S. J. (1997): Injuries in Australian Army recruits. Part I: Decreased incidence and severity of injury seen with reduced running distance. Mil Med 162(7): 472 - 6
- Segesser, B. (1999): Sportschuhe - Wunsch und Wirklichkeit. OST-Sonderheft Sport: 6 - 12
- Segesser, B., Nigg, B. M. (1980): Insertionstendinosen am Schienbein, Achillesdysurie und Überlastungsfolgen am Fuß - Ätiologie, Biomechanik, therapeutische Möglichkeiten. Orthopädie 9: 207 - 214
- Stacoff, A., Nigg, B. M., Reinschmidt, C. (1999): Movement coupling between Calcaneus and tibia under varied shoe condition. Book of Abstracts XVIIth Congress, International Society of Biomechanics, Calgary: 499
- Williams, D. S., McClay, I. S., Hamill, J. (2001): Arch structure and injury patterns in runners. Clin Biomech 16: 341 - 347
- Windle, C. M., Gregory, S. M., Dixon, S. J. (1999): The shock attenuation characteristics of four different insoles when worn in a military boot during running and marching. Gait Posture 9: 31 - 37
- Yeung, E. W., Yeung, S. S. (2001): A systematic review of interventions to prevent lower limb soft tissue running injuries. Br J Sports Med 35(6): 383 - 9

## Bundesverband Deutscher Leder-, Schuhbedarfs- und Orthopädiegroßhändler e.V.



Diese Mitglieder arbeiten für Ihre Zukunft:

A. Zumbroich KG	59872	Meschede
AGP Orthopädie Berlin GmbH	10999	Berlin
Aquilin Röderer GmbH	86356	Neusäß Vogelsang
Arno Weber	26759	Hinte
August Löffler	29451	Dannenberg
Bernhard Himmelsbach	77971	Kippenheim
Blumenstein GmbH	44649	Herne
Brüggemann GmbH	46244	Bottrop-Kirchhellen
C.A. Möller GmbH	30159	Hannover
Christian Beust	38440	Wolfsburg
Emil Hahn	65183	Wiesbaden
EURO-LEDER GmbH & Co. KG	49082	Osnabrück
F. H. Kauff Söhne	52445	Titz-Rödingen
Friedrich Salscheider	50667	Köln
Gebrüder Kessler GmbH & Co. KG	80634	München
Georg Emrich	63683	Ortenberg
Georg Lauer	91522	Ansbach
Gerd Josef Caspari	56727	Mayen/Eifel
Gerhard Kuen OHG	77815	Bühl/Baden
Götz Service GmbH	73037	Göppingen
Günther Schmidt GmbH	50389	Wesseling
Hans Mindel	51570	Windeck/Hurst
Hardo Maschinenbau GmbH	32107	Bad Salzuflen
Heinrich Stipp KG	56269	Dierdorf
Hermann Schmid	78532	Tuttlingen
Hermann Ungrott	34117	Kassel
Joh. Rendenbach jr.	54290	Trier
Josef Delheid	52062	Aachen
Kammerich	41460	Neuss
Karl Haag	69117	Heidelberg
Kohler-Gehring GmbH	78532	Tuttlingen
Kömmerling Chemische Fabrik GmbH	66954	Pirmasens
Leder Schlenck GmbH & Co.	95445	Bayreuth
Leder-Brinkmann GmbH	49080	Osnabrück
Leder-Estel	34431	Marsberg
Leder-Kaiser	74746	Höpfingen
Leder-Scheben GmbH	67354	Römerberg
M. Niggemeier GmbH	33100	Paderborn
Megner & Martin GmbH	76185	Karlsruhe
Michael Zengerle GmbH	66679	Losheim
Otto Körting GmbH	31789	Hameln
Peter Brantzen GmbH	66121	Saarbrücken
Renia GmbH	51109	Köln
ROS oHG	74078	Heilbronn-Biberach
Schomburg & Graf GmbH & Co. KG	42277	Wuppertal
Schuhbedarf Leipzig eG	04129	Leipzig
Schuhmacherbedarf Kürten GmbH	45307	Essen (Kray)
Schuro Rosenheim eG	83022	Rosenheim
Schuro Südwest eG	72147	Nehren
SCHURROTEC eG	59889	Eslohe-Bremke
Vogt GmbH	87545	Burgberg/Allgäu
W. R. Lang GmbH	56564	Neuwied
Wilhelm Frank	57334	Bad Laasphe
Wilhelm Koopmann	27570	Bremerhaven-G.
Wittmann GmbH	87437	Kempten/St. Mang
Wolfgang Eckstein	74423	Obersontheim
Zentralverband europ. Lederh. eG	40472	Düsseldorf

**Ein aktives Team -  
ein neuer Plan...**

- **Fortbildung**
- **Umweltschutz und Gesundheit**
- **Marktanalysen**

**Gemeinsam eine starke Lobby und  
Ihre kompetente Interessenvertretung**

Geschäftsstelle:  
BDL e.V.  
Kehnerfeld 2  
77971 Kippenheim

info@bdl-net.de  
Tel. 0 78 25/86 92 05  
Fax 0 78 25/86 92 10