



ORTHOPÄDISCH-FUNKTIONELLE ASPEKTE IM ORIENTIERUNGSLAUF

Schuhe, Schuhe, Schuhe

Wir tragen sie jeden Tag, unsere Laufschuhe, Alltagsschuhe, Arbeitsschuhe, Hausschuhe. Meist machen wir uns erst Gedanken darüber, was wir gerade so an den Füßen haben, wenn es schmerzt. Wann Schuhe dafür verantwortlich sind und wie Sie wissen, was zu Ihren Füßen passt, möchte ich in diesem Artikel vermitteln. Von Sandrina Illes

Was macht der Schuh mit unserem Fuß und dem gesamten Bewegungsapparat? Und welche Funktion sollte er eigentlich erfüllen?

Ein Schuh bedeutet in unserer Kultur sehr vieles, in allererster Linie aber bietet er unserer Haut Schutz vor Verletzungen durch Steine, Scherben und Ähnliches. Darüber hinaus genießen wir eine gewisse Wärmeisolation im Winter und eine Führung des Fußes bei der Abrollbewegung. Nicht zuletzt wollen wir über unsere Schuhe auch etwas ausdrücken, welchen Status wir (glauben zu) haben und wie wir uns gerade fühlen.

Aber wir wollen uns hier nicht in Tiefenpsychologischem verlieren, denn hier geht es darum, wie sich die Eigenschaften des gewählten Schuhmodells auf die Biomechanik des Gehens und Laufens auswirken. Denn sie wirken sich aus, egal, ob wir das bezwecken oder nicht.¹⁷

Einen Schuh kennzeichnet (Abbildung 1):

- die richtige Länge,
- die Passform des Vorfußbereichs,
- der „Halt“ im Schuh (Riemen, ...),
- die Sprengung (effektiver Absatz),
- die Flexibilität im Vorfußbereich,
- die Flexibilität im Mittel-, Rückfuß,

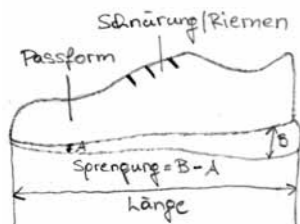


Abbildung 1: Schuhmodell

- der richtige Ballenbiegepunkt,
- die Dämpfung,
- die Fersenkappe
- und das so genannte „Fußbett“.

Egal welcher Schuh, ob Sport- oder Alltagsschuh, auf seine Tauglichkeit beurteilt werden soll, es gelten immer dieselben Parameter. Denn schlecht passende Schuhe machen langsam⁷ – und häufig auch krank.

Passe ich da rein?

Die meisten Fehler beim Schuhkauf werden bei der Passform und dem Rückhalt zur Ferse gemacht. Der Fuß hat leider die



Abbildung 2a und b: Riemen und Schnürungen bieten Halt

a) links: kein Rückhalt zur Ferse, der Schuh ist damit in der Funktion zu klein, Fuß rutscht nach vorne
b) rechts: mit Riemen, der Vorfuß rutscht nicht mehr nach vorne

Eigenschaft, sich formen zu lassen. Dies geht jedoch unmittelbar auf Kosten der Fußfunktion. Zusammengequetschte Zehen können ihre wichtige stabilisierende Funktion nicht mehr übernehmen und verlieren diese sogar dauerhaft (auch barfuß oder in passenden Schuhen!). Der fehlende Rückhalt zur Ferse (Abbildung 2) bei Ballerinas, Pumps, locker geschnürten Sneakers etc. führt wiederum dazu, dass der Fuß während des Abrollvorganges

Foto: OrthoMed Ganganalyse



Sandrina Illes, geboren am 22.9.1986, ist ein Neuling im Orientierungslaufsport, betreibt Leistungssport seit 2005, Schwerpunkt Triathlon, Duathlon und Laufen. Studium am Technikum Wien, derzeit Doktorandin an der TU Chemnitz, Fachbereich Bewegungswissenschaft.

Selbstständig mit medizinischer Diagnostik und Trainingsbetreuung
www.orthomed-ganganalyse.at



nach vorne rutscht und die Zehen den Fuß praktisch „einbremsen“, da sie am Schuh vorne anstoßen und ihre Funktion verlieren. Dies führt häufig dazu, dass diese Schuhe schon viel zu klein gekauft werden, da man sie „ja sonst verliert“.

Wie groß sollte der Schuh nun sein? 1–1,5 cm Platz sollte im Stehen rundum zwischen erster bis fünfter Zehe und dem Schuhrand vorne sein, da sich der Fuß beim Abrollen nach vorne verschiebt (Abbildung 3).



Abbildung 3a und b: Richtige Innensohlenlänge
a) links: der Fuß im Stehen, 1–1,5 cm Platz
b) rechts: beim Abrollen, Platz vor den Zehen wird voll ausgenutzt

Beim Anprobieren ist unbedingt darauf zu achten, dass diese Zehenfreiheit beim Gehen und Laufen nicht dadurch verschwindet, dass der Fuß nach vorne rutscht. Der „Halt“ im Schuh sollte keinesfalls durch die Enge, sondern durch Schnürung und Passgenauigkeit erzielt werden. Besonders kritisch sehe ich die Empfeh-

Abbildungen: © OrthoMed Ganganalyse

lung, extrem schmale Schuhe zu tragen, wenn der Vorfuß dazu neigt, breiter zu werden. Dies führt häufig dazu, spitze (und damit völlig unpassende, Abbildung 4) Schuhe zu kaufen, welche die Neigung zur schrägen Großzehe (Hallux valgus) noch verstärken. Der Druck wird dann im



Abbildung 4a und b: Vorfußform
a) links: ungünstige Form
b) rechts: günstige, dem Fuß entsprechende Form

Bereich des Großzehengrundgelenkes und manchmal auch des Vorfußaußenrandes unerträglich. Dies ist in erster Linie ein Schuhproblem und kein Fußproblem, kann aber einen Hinweis auf eine zusätzliche Fehlbelastung des Fußes darstellen.

Bei breiten Füßen liegt oft auch ein Spreizfuß vor, hier ist das Quergewölbe im Vorfuß abgeflacht und der größte Druck entsteht in der Mitte des Vorfußes. Da dies häufig schmerzhaft wird, neigen viele dazu, speziell weich gepolsterte Schuhe zu tragen. Dies ist insofern auf Dauer gefährlich, da ein sogenannter „Hängebrückeneffekt“ entsteht. Der Fuß drückt im Bereich der Fehlstellung die weiche Sohle ein, der Druck wird abgemildert. Auf Dauer sinkt dadurch aber der schmerzhafteste Bereich noch mehr ab, der Druck wird auch im weichen, schon durchgedrückten Schuh wieder größer und vor allem barfuß oder in anderen Schuhen wird das Gehen unmöglich. Besser ist es hier, auf Ursachenforschung zu gehen – liegt ein rein anatomisches Problem vor, so bietet sich eine Unterstützung durch eine Einlage an, welche die Verschlechterung der Fehlstellung hemmt und den Schmerz vermeidet. Ist eine Falschbelastung des Fußes für die Beschwerden verantwortlich, so ergibt sich daraus ein erweitertes Behandlungskonzept.

Die richtige Absatzhöhe – ist „hoch“ gleich „schlecht“?

Stark verstärkt werden die Vorfußbeschwerden durch besonders hohe Absätze mit einhergehender hoher Sprengung (=Absatzhöhe minus Sohlendicke im Vorfußbereich) des Schuhs, da sie zu einer erhöhten Vorfußbelastung führen,⁶ ähnlich wie die Ermüdung der Muskulatur.¹ Allerdings konnte ich beobachten, dass das (gelegentliche) Tragen hoher Absätze nicht ausschließlich negativ ist. High Heels wirken auch wie ein Trainingsgerät, das man dosiert einsetzen kann, um die Rückfuß-

stabilität zu verbessern.¹³ Hier ist es aber unbedingt notwendig, dass der Schuh passt, man wirklich Halt hat und vor allem die Zehenfunktion gewährleistet ist. Können die Zehen nämlich nicht normal arbeiten, so können sie auch den deutlich erhöhten Vorfußdruck nicht abfangen und im schlimmsten Fall führt dies zu einem Ermüdungsbruch im Mittelfuß.

Abzuraten ist davon aber jedenfalls bei schon bestehenden Fuß- oder Knieschmerzen,^{13, 19} sowie bei sehr flachem Längsgewölbe, Übergewicht, in der Schwangerschaft und bei älteren Personen – hier droht immer eine noch stärkere Vorfußüberlastung.^{5, 9, 18}

Als Gegenbewegung dazu kamen sogenannte „Negativschuhe“ auf den Markt (Abbildung 5d). Diese sind zum Teil unter Läufern beliebt, weil sie eine negative Sprengung aufweisen, also die Sohlendicke im Rückfußbereich geringer als im Vorfußbereich ist. Dies führt zu einer vermehrten Streckung und damit Dehnung der Wadenmuskulatur und einer erhöhten Vorfußbelastung – das Abrollen wird erschwert, da die Sprunggelenkstreckung über einen größeren Winkelbereich erfolgen muss. Bei unempfindlicher Achillessehne kann das bei guter Eingewöhnung gut funktionieren, generell bin ich allerdings immer skeptisch, wenn ein Schuh bewusst einen von der Natur nicht vorgesehenen Bewegungsablauf simulieren möchte (denn wer geht schon den ganzen Tag nur „bergauf“). Deshalb halte ich es bei Erwachsenen wie bei Kinderschuhen: so wenig Sprengung und Stütze wie möglich, aber so viel wie nötig.¹⁰ Der gesunde Fuß mit korrekter Fußfunktion braucht weder Sprengung noch ein „Fußbett“. Das heißt nicht, dass diese Einflüsse unmittelbar negativ sind, einen gewissen Toleranzbereich gibt es immer. Eine Absatzhöhe von 3–4 cm ist völlig unbedenklich und wird (nicht zuletzt aus Gewohnheit) auch als durchaus angenehmer und weniger ermüdend empfunden (Abbildung 5b,c). Auch ein weiches Fußbett oder eine stabile Ferse schadet nicht, sofern nicht versucht wird, den Fuß in eine unnatürliche Richtung zu führen.



Abbildung 5a–d: Absatzhöhe und Sprengung
a) links oben: flacher Absatz, keine Sprengung
b) rechts oben: mittelhoher Absatz, entspricht auch der Sprengung
c) links unten: Laufschuh mit Sprengung
d) rechts unten: Negativabsatz



Abbildung 6a und b: Flexibilität
a) links: ein sehr biege- und torsionssteifer Schuh
b) rechts: ein besonders biege- und torsionsflexibler Schuh

Ist das eine gute Sohle?

Die individuell idealen Materialeigenschaften der Sohle hängen ganz und gar von der Fußfunktion des Trägers ab (Abbildung 6). Hat jemand einen starken Knickfuß, so bietet eine eher feste, stabilere Sohle mit höherer Torsionssteifigkeit (Widerstand gegen Verdrehung der Sohle um die Längsachse) ähnlich einem Bergschuh, eine gewisse Hilfestellung (Achtung bei der „Diagnose“, ich spreche hier nicht primär von einem optisch erkennbaren Nach-Innen-Kippen des Fußes, sondern vielmehr von einer deutlich verminderten außenseitigen Belastung des Fußes in der gesamten Standphase. Ist nur die Ferse davon betroffen, treffen die Aussagen nicht zu!). Neigt der Träger jedoch dazu, sein Großzehengrundgelenk zu wenig zu belasten, so darf der Schuh im Vorfußbereich keinesfalls zu fest, stabil und zu torsionssteif sein, sondern sollte über eine weiche, flexible Sohle und nur kurzer Mittelfußbrücke (die Versteifung im Mittelfußbereich) verfügen (dies gilt nur mehr bedingt für den Fall, dass bereits Vorfuß- und dabei speziell Großzehengrundgelenksbeschwerden aufgetreten sind).

Welches Kriterium jedoch für jeden Schuh und jedermann gilt, ist der sogenannte Ballenbiegepunkt (Abbildung 7).



Abbildung 7a und b: Ballenbiegepunkt
a) links: ungünstig
b) rechts: günstig

Speziell bei weichen Kinderfüßen kann ein falscher Biegepunkt zu erheblichen Stressbelastungen im Gewölbe führen, aber auch bei Spreizfußbeschwerden (Vorfußbeschwerden) ist dieser besonders schlecht.

Dämpfung ist bei einem Alltagsschuh nur in geringem Ausmaß nötig, da der gesunde Fuß mit seiner Vorspannung im Längsgewölbe eine gute Dämpfungsfunktion besitzt. Sind wir allerdings Schuhe mit mehr Sprengung und Dämpfung gewohnt (Abbildung 5c), so wird es uns Schwierigkeiten bereiten, lange ohne diese Eigenschaften auf harten Böden zu stehen und zu gehen. Es spricht nichts dagegen, zu diesem Zwecke etwas besser ge-

dämpfte Modelle zu verwenden. Allerdings sollte man generell auf etwas Abwechslung bei den Tragegewohnheiten achten, denn wer nicht mit unterschiedlichem Equipment seine Fußmuskeln „trainiert“, der nimmt in Kauf, dass diese auf Dauer verkümmern und verletzungsanfälliger werden.

In den letzten Jahren haben sich auch immer mehr Strömungen am Markt entwickelt, doch was genau macht jetzt auch



Abbildung 8a und b: Spezielle Schuhe
a) oben: Masai Barefoot Technology (MBT)
b) unten: Nike Free „Barfußlaufschuh“; aber deutliche Sprengung und Dämpfung

Sinn? Beginnen möchte ich mit dem MBT-Schuh (Masai Barefoot Technology)²² (Abbildung 8a), der eine auffällige Rundung an der Sohle vorzuweisen hat. Er wurde zunächst als „Allheilmittel“ für alle möglichen Beschwerden des Bewegungsapparates angepriesen, anders als die schon viel länger verwendete Mittelfußrolle in der Orthopädietechnik, die sich technisch nur geringfügig von der „neuen“ MTB-Rolle unterscheidet. In den Folgejahren entstanden zahlreiche Studien zu diesem Thema, die schließlich zu dem Schluss führten, dass die Instabilität der Schuhe durchaus auch ein Gesundheitsrisiko darstellen können. Die MBT-Schuhe sind somit als Therapiegerät zum Training unter Aufsicht und bei besonders gut koordinierten Personen auch für längere Tragedauer geeignet. Den Schuh einfach zu kaufen – ohne Vorwissen über die eigene Fußfunktion – kann ich nicht empfehlen, da es ein beträchtliches Risiko gibt, die Fußmuskulatur und speziell die Sehnenansätze (z.B. Achillessehne) zu überlasten. Als spezifisches Läufertraining würde ich den Schuh keineswegs anwenden, da zwar einerseits die Beinmuskulatur stärker beansprucht wird,^{14, 16} allerdings die Schrittlänge verkürzt und die Standphasendauer verlängert wird – also dem entgegenwirkt, was



Abbildung 9: Zehenfunktion in Flip Flops
ohne Aktivität der Zehen würde man den Schuh verlieren, somit ein gutes Zehentraining

wir gemeinhin unter einem „dynamischen Gangbild“ verstehen.^{2, 14, 15}

Gut für das zeitweilige Tragen finde ich etwa Flip-Flops (Abbildung 9), diese sind eine gute Abwechslung zum klassischen Schuh, bieten ein gutes Zehentraining, aber keinerlei Unterstützung des Fußes, man muss also aktiv, vor allem über die Zehen (wie bei locker geschnürten Schuhen, aber ohne das Risiko der Einengung) stabilisieren.⁸ Bei Personen mit Knickfuß gilt hier wiederum: kurze Tragedauer, dafür häufig als „Trainingsgerät“ einsetzen.

Welcher Laufschuh ist der Richtige?

Nun kommen wir zu dem für Läufer besonders interessanten Teil: dem Laufschuhdschungel. Auch hier haben sich unterschiedliche Strömungen am Markt gezeigt. Zunächst kam die Welle der extrem stark gestützten Schuhe, welche starr auf geradem Leisten gebaut wurden, und jede Pronation (= natürliche Kippbewegung der Ferse nach innen als Dämpfungsmechanismus) wurde zur krankhaften Überpronation erklärt und zu eliminieren versucht. Nachdem nun jeder leichtgewichtige Läufer mit stabilem Fuß mit einem solchen schweren Schuh herumliefe, schwenkte die Strategie um und es wurden mehr und mehr leichtgewichtige „Neutralschuhe“ auf den Markt gebracht. In den letzten Jahren kam dann auch noch der Trend der sogenannten „Barfußschuhe“ dazu, seien dies Modelle wie Nike Free (Abbildung 8b) oder FiveFingers. Der Leitspruch von früher „Stütze ist unentbehrlich“, wurde durch „Passive Führung ist schlecht“ ersetzt. Die Wahrheit liegt, wie so oft, in der Mitte. Jeder Fuß ist anders und das hat auch erstmal mit dem Körpergewicht nichts zu tun. Die Laufschuhe in Kategorien wie „neutral“ und „pronationsgestützt“ einzuteilen (Abbildung 10), halte ich schon nicht für sinnvoll. Wenn wir uns die Parameter zur Charakterisierung eines Schuhs hernehmen, so spielen hier Eigenschaften wie Sprengung, Torsionsflexibilität, das Verhältnis der Materialfestigkeit unter Innen- und Außenknöchel, und schließlich die Dämpfung mit hinein. Beispielsweise gibt es Schuhe, welche nicht als „pronationsgestützt“ klassifiziert sind, weil sie keine erhöhte Materialfestigkeit unter dem Innenknöchel haben, aber trotzdem auf einem nur leicht gebogenen Leisten (weniger flexibel als auf stark gebogenem Leisten) gebaut sind und eine feste Mittelfußbrücke haben. Gepaart mit wenig Sprengung kann dieser Schuh durchaus eine sehr gute Führung bieten.

Für die Barfußlaufschuhe gilt Ähnliches wie für den MBT-Schuh. Nach Abklärung und Beratung durch den seriösen Schuhverkäufer, ob man nicht gewisse Aus-

schlusskriterien, wie z.B. sehr starke Überpronation, erfüllt, kann man solch einen Schuh ruhig im Training verwenden.

Auch ein Wettkampfschuh kann Sinn machen – nicht nur für jemanden, der um den Sieg mitmischet. Die Vorfußbelastung erhöht sich im flachen, leichten Schuh, damit ändert sich auch der Laufstil. Zusätzlich steigt der Druck am Außenrand an, was auf eine vermehrte Stabilisation schließen lässt²¹ (ob dieser Effekt im konkreten Fall wünschenswert ist, kann man an der Abnutzung der bisher verwendeten Laufschuhe gut erkennen).

Deshalb ist es unumgänglich, einen erfahrenen Laufschuhverkäufer aufzusuchen, der genau diese materialtechnischen Eigenheiten seiner Schuhe kennt. Gefährlich ist auch das Nachbestellen eines Modells im Internet, weil die Hersteller oft im Folgejahr den Modellnamen beibehalten, aber die Eigenschaften des Schuhs verändern. Der erfahrene Verkäufer kennt auch die Ansprüche, welcher vermehrter Vorfuß- oder Geländelauf an den Schuh stellt, und weiß sowohl leichte Schuhe für schnelle Einheiten und Wettkämpfe als auch gut gedämpfte Trainingslaufschuhe der Fußform oder, bei Wissen über die Fußfunktion, auch dieser entsprechend anzubieten.

Generell sollte man beim regelmäßigen Laufen von mehr als einmal pro Woche



Abbildung 10a und b: (Anti-)Pronationsstütze, häufig farblich gekennzeichnet
(Aber auch als „neutral“ bezeichnete Schuhe verfügen meist über gewisse Führungseigenschaften.)
a) oben: ein Neutralschuh ohne erhöhte Festigkeit der Sohle im Innenbereich
b) unten: ein Schuh mit Pronationsstütze (grau abgesetzt) aus festerem Material

auch unterschiedliche Schuhe benutzen. Dies bietet dem Körper einen veränderten „Untergrund“, eine andere Belastung des aktiven wie passiven Bewegungsapparates. Dies ist eine gute Methode zur Verletzungsprophylaxe. Interessant ist dabei auch die Erkenntnis, dass die bisherigen Strömungen (von Bewegungskontrolle über Barfuß-Schuh) zu keiner Verringerung der Verletzungsrate geführt haben. Auch eine Korrektur von Fehlstellungen (Fersenschragstellung, O-Beine) korreliert nicht mit dem Verletzungsrisiko, sondern

ist personenspezifisch.²⁰ Dies lässt mich in dem Glauben, dass die (im Normalfall nicht befundete) Fußfunktion ein entscheidendes Kriterium für die richtige Laufschuhwahl darstellt.

Wie bekomme ich Halt im Gelände?

Für Geländelaufschuhe gilt dasselbe, wie für alle anderen Schuhe: Sie müssen passen und den individuellen Bewegungsablauf positiv unterstützen. Leider wird nicht selten ein bestehendes Modell als Basis genommen, die Sohle mit Noppen nur „umfunktioniert“. Das Ergebnis sind schlechte Biegeigenschaften (siehe Ballenbiegepunkt und Torsionsflexibilität). Solche Schuhe sollten dann wirklich nur für sehr kurze Strecken verwendet werden, da hier nicht nur „keine Stützung“ vorliegt, sondern der Fuß sogar noch negativ beeinflusst wird. Problematisch sind leichte und dünne Sohlen dann besonders, wenn sich Spikes durchdrücken und vielleicht dann sogar direkt unter einem Köpfchen des Mittelfußknochens liegen und dort schmerzhaft Beschwerden wie bei einem starken Spreizfuß auslösen. Hier sollte man nach einem anderen Modell Ausschau halten.

Laufanalyse – brauche ich das?

Auch das Erfordernis von Laufanalysen beim Schuhkauf wird sehr kontrovers diskutiert. Viele Geschäfte bieten Analysen schon allein deshalb an, um konkurrenzfähig zu bleiben. Dabei ist jede Analyse nur so gut wie jener, der sie interpretiert. Ein guter Laufschuhverkäufer muss eine sehr starke Pronation erkennen und auch jemanden, der praktisch gar keine hat. Alle feinen Zwischentöne (betrifft somit geschätzte 80 % aller Läufer) und auch medizinisch-funktionelle Fragen, fallen somit nicht in seinen Bereich.

Am Laufband sind Effekte wie Ermüdung,⁴ Bergauf- und Bergablauf nicht simulierbar, hinzu kommt eine unnatürliche

Belastungssituation bei allen Läufern, die für gewöhnlich im Freien laufen. Aus diesem Grund würde ich empfehlen, das Laufgeschäft nicht nach technischem Equipment, sondern nach der Seriosität des Verkäufers auszuwählen (Tipps gibt's gerne über mich).

Wer präventiv etwas unternehmen möchte oder spezielle orthopädisch-funktionelle Fragestellungen bzw. schon Probleme hat, wird um eine unabhängige Analyse nicht herumkommen. Die Funktion des Fußes ist für die Entwicklung der Druckwerte wichtiger als die Anatomie, bzw. Fehlstellung³ (gewisse Korrelationen sind bekannt,¹² ob dies im Einzelfall zutrifft, kann man aus der Ferne jedoch nicht beurteilen).

LITERATUR

¹ Bisiaux, M. et al: The effects of fatigue on plantar pressure distribution in walking. In: *Gait & Posture*, 2008
² Boyer, K. et al: Changes in running kinematics and kinetics in response to a rockered shoe intervention. In: *Clinical Biomechanics*, 2009
³ Cavanagh, P. et al: The relationship of static foot structure to dynamic foot function. In: *Journal of Biomechanics* 1997
⁴ Cheung, R. et al: Efficacy of motion control shoes for reducing excessive rearfoot motion in fatigued runners. In: *Physical Therapy in Sport*, 2007
⁵ Chuekpaivong B. et al: The effect of foot type on in-shoe plantar pressure during walking and running. In: *Gait & Posture*, 2008
⁶ Cong, Y. et al: Effect of heel height on in-shoe localized triaxial stresses. In: *Journal of Biomechanics* 2011
⁷ Doi, T. et al: The effects of shoe fit on gait in community-dwelling older adults. In: *Gait & Posture*, 2010
⁸ Fiedler, K. et al: The effect of shoe lacing on plantar pressure distribution and in-shoe displacement of the foot in healthy participants. In: *Gait & Posture*, 2011
⁹ Gaymer, C. et al: Midfoot plantar pressure significantly increases during late gestation. In: *The Foot*, 2009
¹⁰ Herold, D.: Die Entwicklung des Kinderfußes im Hinblick auf die Versorgung mit Sportschuhen. Doktorarbeit Medizinische Fakultät Würzburg, 2004
¹¹ Kaelin, X. et al: Biomechanical Analysis of the MBT Shoe, Functional Differences between MBT and Conventional Shoes During Walking. In: *GOTS proceedings*, 2003
¹² Menz, H. et al: Clinical determinants of plantar forces and pressures during walking in older people. In: *Gait & Posture*, 2006
¹³ Mika, A. et al: The influence of heel height on lower extremity kinematics and leg muscle activity during gait in young and middle-aged women. In: *Gait & Posture*, 2012
¹⁴ Landry, S. et al: Standing in an unstable shoe increases postural sway and muscle activity of selected smaller extrinsic foot muscles. In: *Gait & Posture* 32, 2010
¹⁵ Mueller, E.: The Effect of MBT Shoes on the Gait Pattern. A Gait Analysis. Bericht der Universität Salzburg, 2004
¹⁶ Nigg, B. et al: Effect of an unstable shoe construction on lower extremity gait characteristics. In: *Clinical Biomechanics*, 2006
¹⁷ Oeffinger, D. et al: Comparison of gait with and without shoes in children. In: *Gait and Posture*, 1999
¹⁸ Scott, G. et al: Age-related differences in foot structure and function. In: *Gait & Posture*, 2007
¹⁹ Shultz, R. et al: Differences in neutral foot positions when measured barefoot compared to in shoes with varying stiffnesses. In: *Medical Engineering & Physics*, 2011
²⁰ Walther, M.: Aktuelle Trends im Sportschuhbau. In: *Fuß & Sprunggelenk*, 2004
²¹ Wiegner J. et al: Differences in plantar loading between training shoes and racing flats at a self-selected running speed. In: *Gait & Posture*, 2008
²² Masai Barefoot Technology, Schweiz, <http://de.swissmasai.ch/>

www.sportvogl.de




Sportvogel – Roland Vogl
 Steingasse 4
 D-94469 Deggendorf
 Tel.: 0049 / 991 / 2 703 704
 Tel.: 0049 / 171 / 3 614 663
 Fax: 0049 / 991 / 2 703 703
 E-Mail: sportvogel@t-online.de

Wir haben alles, was Ihr für den Orientierungslauf benötigt!