



Abb. 1 © Thieme. Posed by a model

Verletzungsrisiko und die Bedeutung von **Laufschuhen**

Der Breitensport Laufen führt bei vielen Menschen zu Rückenschmerzen ■ Laufschuhe mit spezieller Technologie können das Risiko für Rückenschmerzen durch Jogging verringern

Gert-Peter Brüggemann

Etwa 17 Millionen Menschen in Deutschland laufen gelegentlich, mindestens 6 Millionen betreiben diesen Sport regelmäßig und laufen mindestens 1-mal in der Woche [1]. Laufen ist die in den letzten 2 Jahrzehnten am schnellsten gewachsene Sportart. Hauptsächlich während der Corona-Pandemie haben sich zusätzlich viele körperlich aktive Menschen dem Laufen zugewandt.

Der gesundheitliche Wert des Laufens ist unbestritten. Dennoch wird seit über 4 Jahrzehnten von einer Jahresinzidenz von laufassozierten Verletzungen (LAV) zwischen 15 und 85% berichtet [2]. Unsere letzten Erhebungen aus den Jahren 2012 mit 1395 Teilnehmenden [3][4] und 2022 mit 2117 Teilnehmenden [5] bestätigen diese Jahresinzidenzen der LAV bei regelmäßig aktiven Freizeitläuferinnen und -läufern mit 51% [3][4] und 53,9% [5]. Die häufigsten LAV und Beschwerden verzeichnet das Knie (26,2%), gefolgt von der Achil-

lessehne (13,8%) und vor allem Rückenbeschwerden (12,5%) [5].

Rund 25% aller Laufverletzungen sind folglich Rückenbeschwerden. Allein in Deutschland berichten über 750000 Läuferinnen und Läufer mindestens 1-mal im Jahr von Rückenproblemen beim oder durch das Laufen.

Der Einfluss von Laufschuhen und Laufschuhtechnologien auf die Häufigkeit von Laufverletzungen, auf die Art und Lokalisation der Verletzung und insbesondere auf Rückenschmerzen wurde bis heute relativ spärlich untersucht. Eine Zeit lang wurde hypothetisch angenommen und entsprechend spekuliert, dass Barfußlaufen oder die Verwendung von sogenannten Barfuß- oder minimalistischen Schuhen zu einer Verbesserung der Symptomatik Rückenschmerz beim Laufen führt. Hinweise auf klinische oder biomechanische Evidenz finden sich in der deutsch- und englischsprachigen Literatur nicht.

Vor dem Hintergrund, dass sich die Häufigkeit von laufassozierten Verletzungen und Rückenbeschwerden in den letzten 4 Jahrzehnten trotz massiver Veränderungen der Laufschuhtechnologien nicht oder nur unwesentlich verändert hat, wird dieser Artikel mögliche Ursachen von Überbeanspruchungen des Rückens beim Laufen diskutieren, den Einfluss von Schuhwerk auf die Belastungen des Rückens und vor allem den Effekt von neuen Laufschuhtechnologien auf den Rückenschmerz bzw. Rückenbeschwerden aufarbeiten.

Belastung des Rückens und der lumbalen Wirbelsäule beim Laufen

Beim Laufen werden Bodenreaktionskräfte von etwa dem 3-Fachen des Körpergewichts registriert. Damit sind die vom Körper aufzunehmenden Kräfte eines z. B. 70 kg schweren Aktiven mit etwa 2100 N festzumachen. Die Kräfte resultieren aus der Gewichtskraft

Zusammenfassung

Rund 17 Millionen Menschen in Deutschland betreiben den Laufsport, meist aus gesundheitlichen Gründen. Etwa 50 % aller Läuferinnen und Läufer berichten von mindestens einer lauffasoziierten Verletzung im Jahr. Während das Knie die häufigste Verletzung darstellt, melden über 12 % der regelmäßig Laufenden Rückenschmerzen beim oder durch das Laufen. Rückenschmerzen machen damit ¼ aller Laufverletzungen aus. Laufen ist mit hohen kumulativen Belastungen der lumbalen Wirbelsäule verbunden, wobei die Laufgeschwindigkeit und die Beanspruchungsdauer in Bezug auf die kumulative Gesamtbelastung zentrale Steuerungsgrößen darstellen.

Aktuell finden sich 5 konkurrierende Laufschuhtechnologien auf dem Markt. Es wird gezeigt, dass diese unterschiedlichen Laufschuhsollen die Biomechanik und damit die Belastung der Gelenke der unteren Extremität sowie auch der lumbalen Wirbelsäule beeinflussen. Außerdem kann auf der Basis empirischer und epidemiologischer Befunde demonstriert werden, dass die biomechanisch unterschiedlichen Laufschuhtechnologien das Risiko von Laufverletzungen und auch das von Rückenschmerzen beeinflussen. Das geringste Risiko von Verletzungen des Knies und von lauffasoziierten Rückenschmerzen ist der neuen U-TECH-Technologie zuzuweisen. Ein erhöhtes Risiko von Verletzungen beim Laufen wird bei Verwendung von minimalen Laufschuhen oder sog. Barfußschuhen berichtet. Die Technologie des Laufschuhs hat einen Einfluss auf die Belastung insbesondere der lumbalen Wirbelsäule und kann mit dem Risiko von Rückenschmerzen in Verbindung gebracht werden.

des Läufers und den Beschleunigungskräften der einzelnen Körpersegmente, die durch die Antriebsmuskeln erzeugt werden.

An der lumbalen Wirbelsäule und damit am unteren Rücken wirken etwa beim Gehen auf das Körpergewicht normalisierte Kräfte von $1,4 \pm 0,2$ N/Körpergewicht (95%-KI [1,3; 1,5]) oder absolute Belastungen von 966 ± 171 N (95%-KI [868; 1062]) bei einer Wirkdauer von im Mittel 153 ± 47 ms (95%-KI [129; 182]) [6]. Das sind bei unserem 70 kg schweren Probanden mindestens 980 N Belastung der lumbalen Wirbelsäule beim normalen Gang. Beim langsamen Laufen (2,5 m/s; 9 km/h) werden die Belastungen mit $4,7 \pm 0,6$ N/Körpergewicht (95%-KI [4,4; 5]) (bei 70 kg Körpergewicht: 3290 N) und einer Wirkdauer von 121 ± 26 ms (95%-KI [111; 132]) quantifiziert.

Selbst beim sehr langsamen Joggen, dem sogenannten „Slow Running“ oder auch „Grounded Running“ (Laufen ohne Flugphase), liegen die Belastungen der lumbalen Wirbelsäule im Mittel immer noch bei $1,6$ N/Körpergewicht (95%-KI [1,4, 1,8]) [6].

Zum Vergleich: Beim Stehen beträgt die Kompressionskraft der lumbalen Wirbelsäule etwa $0,9$ N/Körpergewicht; beim Heben von 10-kg-Gewichten konnten Rohlmann et al. [7] mittels instrumentierter lumbaler Bewegungssegmente bereits Be-

lastungen zwischen 3000 und 4000 N messen [7]. Die Empfehlungen für arbeitsinduzierte Belastungen (vor allem Heben von Gegenständen) belaufen sich auf Maximalbelastungen von 3500 N [8]. Diese Lastbeiträge werden bereits beim langsamen Laufen (<10 km/h) erreicht. Bei sehr gemütlichem Joggen ist die Belastung des Rückens 5-mal größer als beim beidbeinigen Stehen.

Zwar ist beim Laufen die Wirkdauer der Kompressionskraft mit ca. 150 ms pro Bodenkontakt gering, die Wiederholungszahl mit oft mehr als 10 000 Bodenkontakten führt jedoch zu einer hoch einzuschätzenden kumulativen Rückenbeanspruchung. Geht man eine Stunde und legt dabei 5 km zurück, kann eine kumulative Belastung der lumbalen Wirbelsäule mit etwas über 1000 Ns/Körpergewicht berechnet werden. Läuft man dagegen eine Stunde und bringt dabei 10 km hinter sich, ist die kumulative Belastung um ein 6-Faches größer (über 6000 Ns/Körpergewicht). Die Reaktion der lumbalen Bandscheiben auf eine einstündige Laufbelastung bei einer Laufgeschwindigkeit von 10 km/h wurde von Dimitriadis und Mitarbeitern mittels Upright MRT mit einer Höhenabnahme von mehr als 10 % beschrieben [9].

Mit Zunahme der Laufgeschwindigkeit nimmt die Belastung linear zu und erreicht

bereits bei 4,5 m/s (16,2 km/h) bei jedem Schritt das 7-Fache des Körpergewichts. Durch eine Umverteilung der muskulären Antriebe beim Laufen über längere Aktivitätsdauer von den distalen zu den proximalen Gelenken, also vom Sprunggelenk über das Kniegelenk zu Hüftgelenk und Becken, steigt auch die Belastung der lumbalen Wirbelsäule mit zunehmender Beanspruchungszeit. Innerhalb von einer Stunde Aktivität kann die Zunahme der Belastung der lumbalen Wirbelsäule mit 5–10 % bestimmt werden [10].

Die Beanspruchung des Rückens und besonders der lumbalen Wirbelsäule beim Laufen sollte nicht unterschätzt werden. Die Belastung der lumbalen Wirbelsäule steigt mit zunehmender Laufgeschwindigkeit und durch eine Umverteilung der muskulären Antriebe bei fortschreitender Ermüdung während der Aktivitätsdauer. Bei Läuferinnen und Läufern ist auf die Einhaltung von Ruhe- und Regenerationszeiten für die Geweheadaptation und -heilung aus präventiver Sicht gerade in Bezug auf Rückenschmerzen großer Wert zu legen.

Laufschuhe zur Belastungskontrolle und Leistungsverbesserung

Die Entwicklung von technischen Laufschuhen begann vor etwa 40 Jahren mit der primären Zielsetzung der Vermeidung von laufbedingten Überlastungsverletzungen. Zunächst folgte die Entwicklung dem Paradigma Impact-Dämpfung (Impact Cushioning), also dem Ziel, den ersten Stoß bei der Kollision von Fuß und Untergrund zu reduzieren. Bald wurde gezeigt, dass der Impact (oder die initiale Stoßkraft) nicht mit Verletzungen oder Beschwerden in Verbindung zu bringen ist und dass zudem die verwendeten Sohlentechnologien mit dämpfenden Elementen unter der Ferse kaum in der Lage waren, den Impact-Stoß zu beeinflussen.

Die Entwicklungsingenieure mussten lernen, dass das neuromuskuläre System und die Steifigkeitseinstellung der Muskel-Sehnen-Einheiten den technischen Lösungen zur Stoßgestaltung weit überlegen waren. Heute sind die Sohlen über ihre gesamte Länge mit nachgiebigem Material (meist viskoelastischem Schaum) ausgelegt. Solche Laufschuhe werden als „Neutral“ kategorisiert. In der Entwicklung der Laufschuhe folgte das Konzept des Stützens des Fußes und der Bewegungskontrolle. Die Idee war,

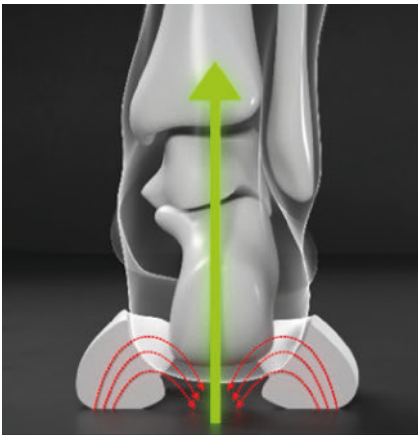


Abb. 2 Zentrierung der Kraft bei der U-TECH-Sohlentechnologie. Durch ein U-förmiges, in sich rundes Element aus weichem, sehr elastischem Schaum, welches ringartig um die Ferse gelegt ist, gelingt es, unmittelbar nach dem Fußaufsatz die Bodenreaktionskräfte im Zentrum des U-Elements und damit unter der Mitte der Ferse zu zentrieren. Die Wirkungslinie der Kraft verläuft jetzt durch Sprunggelenk und Kniegelenk und erzeugt keine belastenden Dreh- oder Kippmomente in der Frontalebene. Quelle: G.-P. Brüggemann

den Fuß zu stabilisieren und ein seitliches Einknicken in Form von Rückfußversion und Pronation zu vermeiden. Technisch wird dieses Ziel durch medial in die Sohle integrierte Stützen aus festerem Material erreicht. Da bis heute keine hinreichende Evidenz zur Verringerung der Verletzungshäufigkeit durch Vermeidung der Rückfußversion oder Pronation vorgelegt werden konnte, wurde auch dieses Paradigma um 2010 mehr oder weniger aufgegeben [11]. Heute nimmt die Kategorie „Stützend“ mit weniger als 20% der verkauften technischen Laufschuhe fast schon eine Nischenposition ein.

Es folgte ein klarer Fokus auf höheren Komfort und etwas später besonders eine Verbesserung der Leistung. Schuhe mit sehr dicken und konvex im Sinne eines Rockers geformten Sohlen wurden entwickelt, und die verwendeten Schäume wurden dahingehend optimiert, dass sie ein geringeres spezifisches Gewicht und eine hohe Elastizität hatten. Sie wurden damit leichter, können mehr Energie in der gesamten Landephase des Bodenkontaktes beim Laufen durch größere Verformung aufnehmen und sind letztlich in der Lage, einen höheren Anteil dieser gespeicherten Energie in der Abstoßphase an den Fuß des Läufers zurückzugeben. Diese Schuhkategorie wird als „Maximalist“ oder „Rocker“-Schuh geführt und heute von nahezu allen großen Herstellern angeboten.

In einem vollständigen Kontrast zum Maximalist stehen die etwas vor ihm entwickelten minimalistischen Laufschuhe, „Minimalist“ oder „Barfußschuhe“. Sie wurden konzipiert, um das Barfußlaufen zu imitieren und eine völlig natürliche Bewegung vor allem des Fußes zu ermöglichen. Mit den minimalistischen Schuhen wurde bewusst eine Erhöhung der Belastung vor allem der Strukturen von Fuß und Unterschenkel in Kauf genommen.

Erst 2019 findet sich ein neues biomechanisches Konzept auf dem Markt, das auf die Vermeidung übermäßiger und für die Fortbewegung nicht notwendiger Belastungen des am häufigsten verletzten Kniegelenks sowie des Hüftgelenks und der lumbalen Wirbelsäule abzielt: die sogenannte „Kraftzentrierungstechnologie“ oder „U-TECH“-Technologie. Die Bodenreaktionskräfte werden bei dieser Sohlentechnologie unmittelbar nach der Landung des Fußes sowie während des gesamten Bodenkontaktes unter der Mittelachse des Fußes zentriert und damit in der Frontalebene zentrisch durch Knie- und Hüftgelenk geleitet (siehe Abb. 2, Abb. 3).

Damit können die Ad- und Abduktionsmomente minimiert und die biomechanischen Variablen, die erwiesenermaßen Überbeanspruchungen und Schädigungen provozieren, erfolgreich reduziert werden [12]. Gleichzeitig gestattet der verwendete Schaum eine Reduktion der Muskelarbeit und damit eine Verringerung der Gelenkkräfte – auch in den Gelenken der Wirbelsäule.

Während die Laufschuhkategorien „Neutral“, „Stützend“ und „Maximalist“ mittlerweile von fast allen großen Schuhmarken (z.B. Adidas, Brooks, Hoka, New Balance, Nike, ON, Saucony) angeboten werden, finden sich Barfußschuhe oder „Minimalist“-Laufschuhe eher bei den etwas kleineren Herstellern (z.B. Leguano, Feldluft, Vibram Five Fingers, Vivobarefoot). Die jüngste Sohlentechnologie, die „U-TECH“-Technologie, wird erst seit 2019 von bisher nur einem Hersteller (True Motion Running) in 4 Modellen (Nevos, Aion, Elements, Solo) für verschiedene Einsatzgebiete angeboten.

Aktuell finden sich Laufschuhe aus 5 Kategorien auf dem Markt: Neutral (NEU), Stützend (SUP), Minimalist (MIN), Maximalist (MAX) und kraftzentrierend (U-TECH), wobei der Anteil der Kategorie SUP deutlich

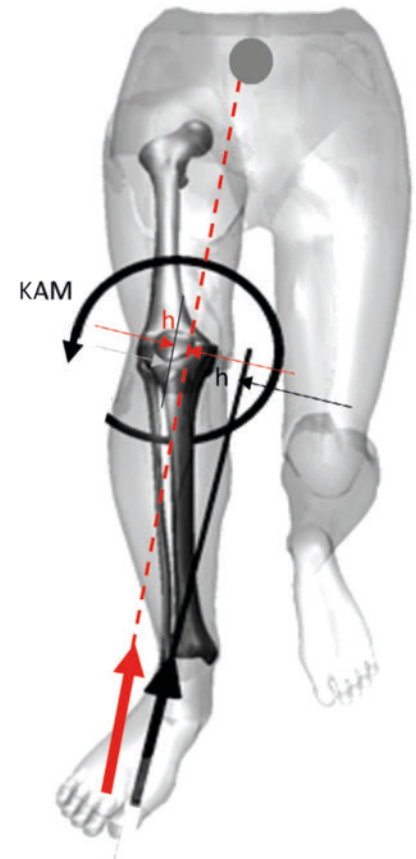


Abb. 3 Schematische Darstellung des Kräftespiels an Knie, Hüfte und lumbaler Wirbelsäule bei konventionellen Laufschuhsohlen (schwarz) und der U-TECH-Sohlentechnologie (rot) in der mittleren Standphase beim Laufen. Durch Zentrierung der Bodenreaktionskraft unter der Mitte des Fußes mit der U-TECH-Technologie (rot) gegenüber konventionellen Sohlentechnologien (schwarz) findet sich die Wirkungslinie der äußeren Kräfte (rote unterbrochene Linie) bei U-TECH näher am Kniegelenk und der lumbalen Wirbelsäule. Die Hebel (h) der externen Kräfte zu den Gelenkzentren sind reduziert, die Drehmomente um die Gelenkzentren in der Frontalebene, z. B. das externe Knie-Adduktionsmoment (KAM), verringert. Die Gelenkbelastung ist minimiert. Quelle: G.-P. Brüggemann

rückläufig ist und die Kategorie NEU aktuell am häufigsten gelaufen wird (ca. 60%). Mit der U-TECH-Sohlentechnologie können nicht vortriebswirksame frontale Drehmomente an Knie und lumbaler Wirbelsäule und damit die Gelenkbelastung bei jedem Schritt reduziert werden.

Schuhtechnologie und Laufverletzungen

Erst um 2012 wurde der unmittelbare Effekt von Laufschuhen auf lauffasoziierte Verletzungen wissenschaftlich thematisiert [13]. Die einzigen 2 Studien, die den Effekt der Mittelsohlendämpfung – das 1. präventive

Paradigma in der Laufschuhentwicklung – auf die Verletzungshäufigkeit adressierten, berichteten keine signifikante Abnahme der Verletzungshäufigkeit durch eine veränderte Mittelsohlenhärte [14][15].

Eine prospektive Untersuchung verglich den Effekt von Neutralschuhen und minimalistischen Schuhen auf die Verletzungshäufigkeit und konnte Unterschiede in der Verletzungshäufigkeit von etwa 200% feststellen, mit größerer Verletzungshäufigkeit bei den Läufern, die den minimalistischen Schuh trugen [17]. Auf der Grundlage dieser Studien kann man schließen, dass Laufschuhe bzw. Laufschuhtechnologien wesentlich das Verletzungsrisiko beeinflussen können. In einer 6-monatigen Interventionsstudie mit insgesamt 372 Teilnehmern berichten Malisoux und Mitarbeiter [18] von einer etwas geringeren Häufigkeit der LAV bei den Studienteilnehmern und -teilnehmerinnen, die einen stützenden Schuh (Motion-Control-Schuh) trugen, als bei solchen Läufern und Läuferinnen, die mit Standardschuhen (Neutralschuhen) versorgt wurden. Bemerkenswerterweise konnte dieser generell positive Effekt nur bei Studienteilnehmern mit pronierten Füßen festgemacht werden. Auch ist von Interesse, dass die Häufigkeit der Knieverletzungen bei der Gruppe, die den gestützten Schuh über 6 Monate trug, als deutlich höher (127%) berichtet wird als bei Läufern, die mit dem neutralen Standardschuh versorgt waren [18].

Zu den beiden anderen oben erläuterten Laufschuhtechnologien (MAX, U-TECH) finden sich wenige wissenschaftliche Studien

Fazit

Studien zum Einfluss von Schuhtechnologie auf die Verletzungshäufigkeit sind rar. Insbesondere belastbare Arbeiten, die die neueren Technologien einbeziehen, sind selten. Aktuell kann nur eine sehr geringe Evidenz zum Effekt stützender Schuhe in Relation zu neutralen Sohlen berichtet werden. Minimalistische Schuhe und auch Maximalist-Schuhe sind mit einem erhöhten Verletzungsrisiko, U-TECH-Laufschuhe mit einem geringeren Risiko einer lauffasoziierten Verletzung verbunden.

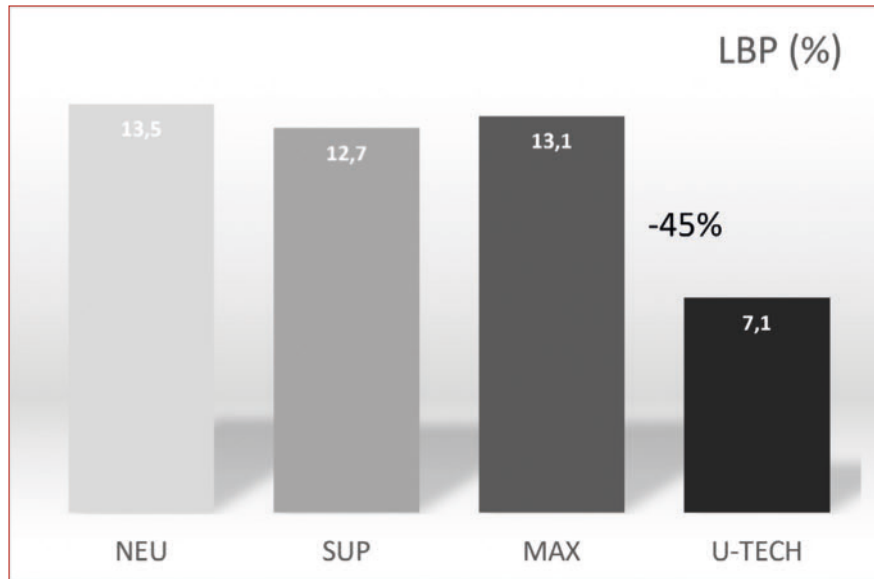


Abb. 4 Relatives Risiko von Rückenschmerzen (LBP) in einem Zeitraum von 12 Monaten bei 4 Laufschuhtechnologien und 1700 Läuferinnen und Läufern [5]. Quelle: G.-P. Brüggemann

zu möglichen biomechanischen Effekten der Sohlentechnologie [12][14][15] und nur eine randomisierte Beobachtungsstudie über einen Beobachtungszeitraum von 12 Monaten zu einem möglichen Einfluss auf das Risiko von LAV oder die körperregionale Lokalisation aufgetretener Verletzungen [5][12]. Die letztgenannte Studie findet bei der Analyse von 1700 Läuferinnen und Läufern, Freizeitläufer*innen mit regelmäßigem Lauftraining (mindestens 1-mal pro Woche und einer Wochenlaufdistanz von mindestens 10 km), eine 12-Monate-Inzidenz lauffasoziiertes Verletzungen von 53%.

Studienteilnehmende, die die Schuhe der Kategorie NEU (neutral) benutzt haben, berichten in 55% der Fälle von Verletzungen. Jene, die die Kategorie SUP (stützend) gelaufen sind, geben in 48% der Fälle mindestens eine Verletzung im Beobachtungsjahr an. Teilnehmende aus der Kategorie MAX (Maximalist-Schuhe) berichten in 57,4% der Fälle von Verletzungen. Die niedrigste Verletzungshäufigkeit zeigen Schuhe der Kategorie U-TECH mit 43%. Die gelaufene Schuhtechnologie hat damit einen Einfluss auf das Risiko, eine Laufverletzung zu erleiden. Dieser Einfluss ist gegenüber anderen Risikofaktoren dominant und deutlich höher als der von Trainingsumfang, Trainingskilometer oder Geschlecht und BMI [12].

Wie in früheren Studien stehen die Verletzungen des Knies an 1. Stelle mit 27,8%

bei NEU, 27,1% bei SUP, 26,3% bei MAX und mit 14% bei U-TECH. Es folgen in der Verletzungshäufigkeit die Achillessehne (alle Kategorien: 13,8%) und mit nahezu gleicher Häufigkeit Beschwerden des unteren Rückens und damit Rückenschmerzen (alle: 12,5%).

Rückenschmerzen und Laufschuhtechnologien

Barfußschuhe oder minimalistische Schuhe geben vor, den Heilungsprozess nach Verletzungen zu beschleunigen, Verletzungen vorzubeugen und die Leistung zu verbessern. Auch der Rücken soll entlastet werden. In einer Metaanalyse mit Berücksichtigung der Literatur bis 2012 kommen Murphy et al. zu dem Schluss, dass Barfußlaufen oder die Verwendung von Barfußschuhen keine substantielle präventive Maßnahme zur Reduktion lauffasoziiertes Verletzungshäufigkeiten darstellt [19]. Eine randomisierte Interventionsstudie findet eine größere Anzahl von Verletzungen bei Studienteilnehmenden mit Nutzung eines minimalistischen Laufschuhs als bei solchen, die einen Schuh der Kategorie Neutral verwendeten [20]. Vor allem waren schwerere Läufer in den minimalistischen Schuhen einem erhöhten Risiko ausgesetzt [20]. Barfußlaufen oder minimalistische Schuhe scheinen damit keine Strategie darzustellen, um das Risiko von Rückenschmerzen bei Läuferinnen und Läufern zu reduzieren.

Nielson et al. berichten in einer prospektiven Studie an 927 Laufanfängern, die in Schuhen der Kategorie Neutral (NEU) trainierten, eine Häufigkeit von Rückenschmerzen von 23,1% innerhalb eines Jahres [22]. Ähnliche Daten und noch höhere Verletzungshäufigkeiten des Rückens publizierten Walter et al. mit 25–35% bereits 25 Jahre vor der Studie von Nielson, was möglicherweise und mit der gegebenen Zurückhaltung auf die zu dieser Zeit noch weniger dämpfenden Sohlenmaterialien zurückzuführen ist.

Bemerkenswert sind Berichte, die zeigen, dass die ODDS und damit die Wahrscheinlichkeiten von Rückenbeschwerden bei Laufumfängen von über 30 km um das 5-Fache zunehmen [22]. Die Laufgeschwindigkeit und die damit zusammenhängenden biomechanischen kumulativen Belastungen sind damit ein guter Prädiktor für Rückenschmerzen bei Läufern.

Die aktuell publizierte randomisierte Beobachtungsstudie an 1700 Läuferinnen und Läufern berichtet über alle Studienteilnehmenden eine Jahresinzidenz von Rückenschmerzen von 12,5% [5]. Am höchsten zeigt sich die Verletzungshäufigkeit bei Studienteilnehmenden, die Schuhe aus der Kategorie NEUTRAL nutzten (13,5%), gefolgt von solchen, die in MAX-Schuhen ihr Training absolvierten. Die geringsten Risiken von Rückenbeschwerden finden sich bei Nutzer*innen von Laufschuhen der Kategorie U-TECH mit 7,1%. Die Schuhtechnologie U-TECH hat damit das Potenzial, das Risiko von Rückenverletzungen und -beschwerden um über 45% gegenüber anderen Laufschuhtechnologien zu reduzieren. Eine wesentliche Ursache wird in der Technologie der Zentrierung des Kraftangriffspunktes und der daraus resultierenden Lastreduktion der lumbalen Wirbelsäulensegmente um 15–20% bei jedem Schritt zuzuweisen zu sein.

Fazit

Es hat sich gezeigt, dass ¼ aller laufassozierten Verletzungen sich auf Rückenschmerzen beziehen. Schuhtechnologien haben das Potenzial, die Häufigkeit von laufassozierten Rückenbeschwerden zu beeinflussen. Nach den vorliegenden Studien erhöhen minimalistische Schuhe das Risiko von Rückenbeschwerden beim Laufen gegenüber neutralen, gedämpften Schuhen. Mit der Laufschuhtechnologie U-TECH findet sich gegenüber allen anderen Technologien nahezu eine Halbierung des Risikos, beim Laufen Rückenschmerzen zu erleiden. ■

Interessenkonflikt: Der Autor erklärt, dass er innerhalb der vergangenen 3 Jahre in einem wissenschaftlichen Beratungsgremium der True Motion Running GmbH tätig war. Er hat keine finanzielle Forschungsunterstützung von True Motion Running erhalten.

Online zu finden unter <http://dx.doi.org/10.1055/a-2162-2065>

Literatur

- 1 IFD Allensbach. Allensbacher Markt- und Werbeträger-Analyse (AWA 2022)
- 2 Nigg BM, Baltich J, Hoerzer S et al. Running shoes and running injuries: Mythbusting and a proposal for two new paradigms: „preferred movement path“ and „comfort filter“. Br J Sports Med. 2015; 49: 1290–1204
- 3 Esser T. Intrinsische und extrinsische Faktoren laufinduzierter Verletzungen bei Freizeit- und Wettkampfläuferinnen [BA Thesis]. Köln: Deutsche Sporthochschule Köln, Institut für Biomechanik und Orthopädie; 2012
- 4 Buhr L. Intrinsische und extrinsische Faktoren laufinduzierter Verletzungen bei männlichen Freizeit- und Wettkampfläufern [BA Thesis]. Köln: Deutsche Sporthochschule Köln, Institut für Biomechanik und Orthopädie; 2012
- 5 Hensen N. „Run Better Research Study“: Wie Laufschuhe das Verletzungsrisiko beeinflussen. LÄUFT 2023: 50–51
- 6 Schäfer R, Trompeter K, Fett D et al. The mechanical loading of the spine in physical activities. Eur Spine J 2023; 32: 2991–3001
- 7 Rohlmann A, Graichen F, Kayser R et al. Loads on a telemeterized vertebral body replacement measured in two patients. Spine 2008; 33 (11): 1170–1179
- 8 Waters TR, Putz-Anderson V, Garg A et al. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. Ergonomics 1993; 36 (7): 749–776
- 9 Dimitriadis AT, Papagelopoulos PJ, Schmith FW et al. Intervertebral disc changes after 1 h of running: A study on athletes. JIMR 2011; 39: 569–579
- 10 Sanno M, Epro G, Brüggemann GP et al. Running into fatigue: The effects of footwear on kinematics, kinetics, and energetics. Med Sci Sports Exerc 2021; 53 (6): 1217–1227
- 11 Willwacher S, Kurz M, Robbin J et al. Running-related biomechanical risk factors for overuse injuries in distance runners: A systematic review considering injury specificity and the potentials for future research. Sports Med 2022; 52 (8): 1863–1877
- 12 Brüggemann G-P. Muskuloskeletale Belastung beim Laufen. Sportärztezeitung 2023 (2): 15–17
- 13 Gross DL, Gross MT. Relationship among self-reported shoes type, footstrike pattern, and injury incidence. US Army Med Dep J 2012; 11/12: 25–30
- 14 Brüggemann G-P, Hirschhäuser E, Esser T. Die Biomechanik des Laufens mit unterschiedlichen

Sohlentechnologien. Orthopädieschuhtechnik 2020; 07/08: 30–37

- 15 Sobhani S, van den Heuvel ER, Dekker R et al. Biomechanics of running with rocker shoes. J Sci Med Sport 2017; 20: 38–44
- 16 Theisen D, Malisoux L, Genin J et al. Influence of midsole hardness of standard cushioning shoes on running-related injury risk. Br J Sports Med 2014; 48: 371–376
- 17 Ryan M, Elashi M, Newsham-West R et al. Examining injury risk and pain perception in runners using minimalistic footwear. Br J Sports Med 2014; 48: 1257–1262
- 18 Malisoux L, Chambon N, Delattre N et al. Injury risk in runners using standard or motion control shoes: A randomized controlled trial with participant and assessor blinding. Br J Sports Med 2016; 50: 481–487
- 19 Murphy K, Curry EJ, Matzkin EG. Barefoot running: Does it prevent injuries? Sports Med 2013 43 (11): 1131–1138
- 20 Fuller JT, Thewlis D, Buckley JD et al. Body mass and weekly training distance influence pain and injuries experienced by runners using minimalist shoes: A randomized control trial. Am J Sports Med 2017; 45 (5): 1162–1170
- 21 Walter SD, Hart LE, McIntosh JM et al. The Ontario cohort study of running-related injuries. Arch Intern Med 1989; 149 (11): 2561–2564
- 22 Gonzalez P, Akuthota V, Min S et al. The prevalence of low back pain in recreational distance runners. J Phys Ther Sci 2006; 38 (5): 349



Univ.-Prof. i.R. Dr. Gert-Peter Brüggemann
 E-Mail: Brueggemann.gpeter@gmail.com
 Gert-Peter Brüggemann ist emeritierter Professor für Biomechanik am Institut für Biomechanik und Orthopädie der Deutschen Sporthochschule Köln. Bis zu seiner Emeritierung im Jahr 2017 leitete er das Institut für Biomechanik und Orthopädie der Deutschen Sporthochschule Köln. Brüggemann ist langjähriges Mitglied der Medizinischen Kommission des IOC (Biomechanik und Physiologie) und erhielt 2010 eine Ehrenprofessur der Universität Shanghai. Der Autor publiziert mehr als 200 wissenschaftliche Artikel und Buchbeiträge, kann auf mehr als 50 internationale Keynote Lectures und weit über 100 000 Zitationen verweisen. Brüggemann ist Mitgründer der 2018 gegründeten True Motion Running GmbH.