

# ORTHOPÄDIE TECHNIK

Sonderausgabe 2022

Fokus OST



Foto: Leipziger Messe/Martin Neuhof

## Fuß & Schuh

Peer-Review

Offizielles Fachorgan des Bundesinnungsverbandes für Orthopädie-Technik  
Offizielles Fachorgan der ISPO Deutschland e.V.

# OST-VERSORGUNG

## Interdisziplinäre Barrieren überwinden

### Die Expert:innen diskutieren über:

- Versorgen Handwerk und Ärzteschaft auf Augenhöhe?
- Wie sieht ein Qualitätsstandard OST aus?
- In welchem Maße verbessert das neue Kompendium „Qualitätsstandard im Bereich Fuß und Schuh“ die Versorgung?

### Unsere Gäste:

**Dr. Annette Kerkhoff**, Projektleiterin Kompetenzzentrum  
Orthopädieschuhtechnik

**Michael Möller**, Orthopädieschuhmacher-Meister

**Dr. Hartmut Stinus**, Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie

**Michael Volkery**, Geschäftsführer Technische Orthopädie Volkery

*Michael Möller und Dr. Hartmut Stinus sind Schriftleiter des neuen Kompendiums „Qualitätsstandard im Bereich Fuß und Schuh“, herausgegeben von der DGIHV.*

Moderiert von Michael Blatt, Leiter Verlagsprogramm OT

Live am:  
08.11.2022,  
16:00 – 17:30 Uhr

Hier anmelden  
und mehr  
über das Format  
erfahren



# Über die Wertschätzung des Fußes

Sie sind die Basis, das Fundament, führen täglich von SA nach B und lassen den Menschen im Leben etwa vier Mal die Erde umrunden – und doch wird den Füßen im Alltag oft zu wenig Beachtung geschenkt. Erst wenn der sprichwörtliche Schuh drückt, wird aus der vermeintlichen Selbstverständlichkeit wahre Wertschätzung. Entsprechende Anerkennung verdient die Branche, die sich voll und ganz der Gesundheit der Füße verschrieben hat – und damit auch der Gesundheit des gesamten Körpers: die Orthopädie-Schuhtechnik (OST). Diese Sonderausgabe widmet sich dem besonderen Versorgungsbereich „Fuß und Schuh“. Im Zuge dessen stellt die Redaktion das neue Kompendium zum Qualitätsstandard vor und lässt sich von der Zusammenarbeit zwischen Orthopädie-Technik (OT) und Orthopädie-Schuhtechnik berichten. Wissenschaftliche Beiträge zur Biomechanik und zum Diabetischen Fuß sind Inspiration für den Versorgungsalltag.

Ein Autorenkollektiv um Dr. Hartmut Stinus und OSM Michael Möller hat sich im Namen der Deutschen Gesellschaft für interprofessionelle Hilfsmittelversorgung e. V. (DGIHV) auf den Weg gemacht, für den Bereich Fuß und Schuh einen einheitlichen Qualitätsstandard zu erarbeiten, um die OST-Versorgung zu vereinheitlichen und maßgeblich zu verbessern. Anlässlich der Veröffentlichung des Kompendiums im Oktober 2022 ist dieser Ausgabe ab Seite 8 exklusiv ein Kapitel aus dem Fachbuch beigelegt.

Wenn die Basis schwächelt, schwächelt das ganze System. Umso wichtiger ist es, den Körper als Gesamtkunstwerk zu betrachten. Dafür plädiert auch Gunnar Kandel. Als Orthopädienschuhmacher richtet sich sein Fokus zwar vor allem auf alles abwärts des Knies, doch er weiß um die Zusammenhänge und darum, dass eine Versorgung seiner Patient:innen nur dann gelingen kann, wenn sich die Grenzen auflösen – am Körper und auch in den Köpfen. Für ihn machen Orthopädienschuhmacher:innen und Orthopädietechniker:innen vor allem dann einen guten Job, wenn sie ihn zusammen machen, alle ihre Fähigkeiten und ihr Fachwissen einbringen und voneinander profitieren. Denn am Ende des Tages ist es doch das schönste Gefühl, das Beste aus einer Versorgung herausgeholt zu haben und die Patient:innen mit einem Lächeln nach Hause zu schicken. Wo genau der Orthopädienschuhmacher Synergieeffekte sieht, lesen Sie ab Seite 11.

Ein Stichwort, das OST und OT vereint, ist die Digitalisierung – ein Pionier auf dem Gebiet ist OSM Martin Jaeger. Der 61-Jährige hat seine Leidenschaft für den Beruf und seine Begeisterung für neue Technologien verbunden und berät mittlerweile Betriebe und Hersteller auf dem Weg in die digitale Welt. Wie diese für ihn heute und in Zukunft aussieht, hat er im Gespräch mit der OT-Redaktion verraten (ab Seite 14).

Dass Digitalisierung mehr und mehr im Kommen ist, macht auch die Arbeit des Kompetenzzentrums Orthopädienschuhtechnik (Komzet O.S.T.) deutlich. Drei Standorte haben sich zusammengeschlossen, mit dem Ziel, die Branche zu sichern und weiterzuentwickeln. Aus- und Weiterbildung stehen dabei im Fokus. Und hier soll u. a. fundamentales und spezifisches Wissen im Bereich der Additiven Fertigung vermittelt werden – theoretisch und praktisch. Welche weiteren Projekte das Komzet verfolgt, erläutert Projektleiterin Dr. Annette Kerkhoff ab Seite 18.

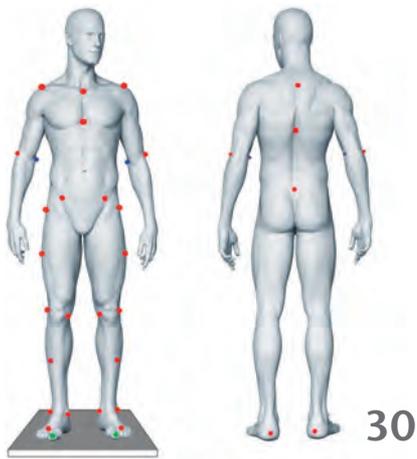
Egal ob klassisch oder digital: Die beste Versorgung ist doch die, die es gar nicht erst braucht. Also aufstehen, rausgehen und loslaufen – ein simpler und dennoch effektiver Tipp, den man Patient:innen vermutlich nicht oft genug mit auf den Weg geben kann. „Tanz dich barfuß durch die Welt“ – ein Credo, das die Band Jennifer Rostock in einem ihrer Songs besingt und mir in den Sinn kommt, als ich an meinen letzten Besuch beim Orthopäden denke. Der wäre stolz, wenn er wüsste, dass ich seinen Ratschlag befolgt habe und zumindest meinen diesjährigen Sommerurlaub am Borkumer Strand nahezu schuhlos verbracht habe. Und auch vier Mal um die Erde würde es sich barfuß gesünder laufen – und tanzend bestimmt mit noch mehr Spaß...

Pia Engelbrecht

Pia Engelbrecht,  
Redakteurin



Foto: BIV-OT/Engelbrecht



# Inhalt

## Editorial

- 3 Über die Wertschätzung des Fußes

## OST

- 6 „Qualitätsstandard Fuß und Schuh“ setzt Maßstäbe in der OST-Versorgung
- 11 Hand in Hand das Beste für die Patient:innen herausholen  
*Interview mit Gunnar Kandel*
- 14 Der digitale Schuhmacher  
*Interview mit Martin Jaeger*
- 17 Prävention zahlt sich aus  
*Interview mit Felix Peste und Marko Gänsl*
- 18 Kompetenzzentrum Orthopädienschuhtechnik: Fortschritt durch Forschung und Ausbildung

## Biomechanik

- 20 Die Belastung des Fußes beim Gehen mit und ohne sensorische Fußorthese (SMFO) bei einem Knick-Senkfuß  
*N. Grabowski et al.*
- 26 Einfluss einer afferenzverstärkenden Einlage mit Pelotte auf den Fußöffnungswinkel bei Innenrotationsgang  
*D. Huesmann, K. Tiemeyer, J. Wühr*
- 30 Ganganalyse in der Orthopädie-Technik – Grundlagen und klinische Anwendungsmöglichkeiten  
*T. Schlemmer*

## Diabetischer Fuß

- 36 Diabetesadaptierte Fußbettungen  
*H. Trentmann, O. Baasch*
- 42 Abstracts

## IMPRESSUM

### ORTHOPÄDIE TECHNIK:

Offizielles Fachorgan des Bundesinventionsverbandes für Orthopädie-Technik und des ISPO Deutschland e. V.

ISSN 0340-5591

### Herausgeber:

Bundesinventionsverband  
für Orthopädie-Technik  
Postfach 10 06 51, 44006 Dortmund  
Reinoldstraße 7-9, 44135 Dortmund  
Phone +49 231 55 70 50-0, Fax -40  
www.biv-ot.org  
Geschäftsführung: Georg Blome

Alle Mitglieder des wissenschaftlichen Beirats finden Sie unter: [360-ot.de/beirat/](http://360-ot.de/beirat/)

### Cover-Foto:

Leipziger Messe/Martin Neuhof

### Verleger:

Verlag Orthopädie-Technik  
Postfach 10 06 51, 44006 Dortmund  
Reinoldstraße 7-9, 44135 Dortmund  
Phone +49 231 55 70 50-50, Fax -70  
info@biv-ot.org, www.360-ot.de

**Verlagsleitung:** Susanne Böttcher  
Michael Blatt (Leitung Verlagsprogramm)

### Redaktion:

Pia Engelbrecht (Leitung), Irene Mechsner,  
Heiko Cordes, Jana Sudhoff

### Gestaltung:

Sandra Kaufmann, Miriam Klobes, Marcus Linnartz

### Druckvorstufe/Druck:

Silber Druck oHG  
Otto-Hahn-Straße 25, D - 34253 Lohfelden  
www.silberdruck.de



# Wissen, was los ist

Die Redaktion des Verlages Orthopädie-Technik bereitet wöchentlich die aktuellen und wichtigsten Meldungen der Branche für Sie im Newsletter auf.

Jetzt anmelden!



ODER UNTER:  
[www.360-ot.de/  
newsletteranmeldung](http://www.360-ot.de/newsletteranmeldung)

**Mittwoch  
ist  
OT-Newsletter-  
Tag!**

Als Newsletterabonnent profitieren Sie von exklusiven Fachartikel-Highlights, die wir Ihnen im monatlich erscheinenden Themennewsletter kostenlos bereitstellen.\*

\* Jeweils bis zur Veröffentlichung des nächsten Themennewsletters.

## „Qualitätsstandard Fuß und Schuh“ setzt Maßstäbe in der OST-Versorgung

„Das Kompendium ist absolut überfällig gewesen, weil es bisher keine rote Linie gab. Sowohl Techniker als auch Ärzte haben zum Teil völlig unterschiedliche Versorgungsmöglichkeiten dargestellt.“ – OSM Michael Möller spart nicht mit Eigenkritik an der eigenen Zunft, wenn es um eine einheitliche Versorgung von Patient:innen im Bereich Fuß und Schuh geht. Zusammen mit Dr. Hartmut Stinus hat sich Möller deshalb unter dem Dach der Deutschen Gesellschaft für interprofessionelle Hilfsmittelversorgung auf den Weg gemacht, um einen Qualitätsstandard für den Bereich Fuß und Schuh auf den Weg zu bringen. Mit professionsübergreifender Unterstützung von zehn weiteren Autor:innen erscheint nun im Oktober 2022 im Verlag Orthopädie-Technik das wegweisende Kompendium „Qualitätsstandard im Bereich Fuß und Schuh“. „Wir haben alle untereinander auch mitunter sehr kontrovers diskutiert, aber sind zum Schluss immer auf einen gemeinsamen Nenner gekommen. Dieser Einsatz und die Bereitschaft zur Diskussion haben das Buch letztlich so gut werden lassen“, beschreibt Stinus den Entstehungsprozess des Werks, das letztlich sprachlich so formuliert worden ist, dass es auch von Allgemeinmediziner:innen bis zu Sachbearbeiter:innen einer Krankenkasse zur Orientierung



Quelle: DGIHV

genutzt werden kann. Michael Möller ergänzt: „Ich hatte im Rahmen der letzten OTWorld in Leipzig die Möglichkeit, auch mit Politikern zu sprechen und war tief erschrocken, auf welche mangelhaften Quellen deren aktueller Wissensstand beruht. Mit dem Kompendium können wir hier für eine spürbare Verbesserung sorgen.“ Allen voran soll aber mit dem Fachbuch auch Patient:innen geholfen werden, eine oftmals gegebene Verunsicherung im Rahmen der eigenen Versorgung zu reduzieren. Vom Diabetischen Fußsyndrom über Knick-Senk-, Hohl- und Spitzfuß bis hin zu Lähmungen und Sport werden die maßgeblichen Versorgungsanlässe in der Orthopädie-Schuhtechnik aufgegriffen und ein Versorgungspfad dokumentiert.

*Erste Einblicke in das Kompendium gewähren auf den folgenden Seiten ein Auszug aus dem von Prof. Dr. med. Bernhard Greitemann verfassten Vorwort, die Übersicht des Inhaltsverzeichnisses sowie ein exklusiver Abdruck des Kapitels „Arthrose an Fuß und Sprunggelenk“.* ■

### Auszug aus dem Vorwort:

## „Bedeutung der orthopädieschuhtechnischen Versorgung“

Der vorliegende Behandlungspfad soll dem Nutzer die Vielfalt und Breite der Versorgungsmöglichkeiten bei verschiedensten Indikationen nahebringen, auch in der High-End-Versorgung. Entscheidend für eine gelungene Versorgung ist allerdings ein klar strukturiertes Vorgehen. Unabdingbar beginnt dies mit einer detaillierten, funktionsstörungsorientierten Untersuchung seitens des behandelnden Arztes, der dann unter dem Aspekt der Kompensation der Funktionsstörung seine Verordnung nach Absprache mit den Teammitgliedern (Orthopädie(schuh)techniker, ggf. andere medizinische Hilfsberufe) erstellt. Sinnvollerweise muss diese Verordnung auch eng mit dem Patienten abgesprochen werden, ihm die Grundidee der Versorgung erläutert werden, um eine hohe Compliance bei ihm zu erzeugen. Im handwerklichen Bereich obliegt es dem Orthopädie(schuh)techniker dann im Rahmen seiner eigenen zusätzlichen Untersuchung, diese Verordnung zu überprüfen, ggf. nach Rücksprache mit dem verordnenden Arzt abändern zu lassen bzw. dann aufgrund seiner fachlichen Qualifikation die Versorgung herzustellen.

Merke: Immer muss es dabei eine individuelle Versorgung in enger Absprache mit dem und am Patienten sein!

Nach Fertigstellung des Produktes muss dieses wieder beim verordnenden Arzt kontrolliert und abgenommen werden. In welcher Art und Abdrucktechnik der Orthopädie(schuh)techniker beispielsweise sein Produkt erstellt, obliegt diesem selbst (je nach Erfahrung, Größe des Betriebes etc.). Unabdingbar ist aber, dass die Versorgung *immer* – unabhängig von der Art der Herstellung – individuell am Patienten kontrolliert und angepasst werden muss. Dies erfordert eine individuelle Vorstellung beim Orthopädie(schuh)techniker und eine Abnahme beim verordnenden Arzt. Dabei ist die handwerkliche Qualität Aufgabe und Verantwortungsbereich des Orthopädie(schuh)technikers. Der Arzt hat sich im Rahmen der Kontrolle und Abnahme ein Bild darüber zu machen, ob der erwünschte Effekt der Versorgung im Sinne einer Kompensation des Funktionsausgleiches erreicht wird. Im Gespräch mit dem Arzt werden u. a. auch noch offenstehende Fragen mit dem Patienten geklärt und besprochen, der Patient hat somit „Sicherheit“, dass die Versorgung für ihn sinnvoll ist, und er wird sie dann auch nutzen.

Prof. Dr. med. Bernhard Greitemann

# Inhaltsverzeichnis des Kompendiums

1. Die Untersuchung des Fußes	11	10.3.d Hallux valgus (postoperativ) III d	87
2. Checkliste für die zielorientierte Anamnese in Abhängigkeit der Problematik/Schmerzen und des Versorgungsziels	15	10.4. Hallux limitus, rigidus IV	87
3. Checkliste für ärztliche und orthopädie-technische Hilfsmittelabnahme für Einlagen und Schuhzurichtungen	19	10.4.a Hallux rigidus (Grad 1, Hallux limitus) IV a	88
4. Hilfsmittel in der Orthopädienschuhtechnik	21	10.4.b Hallux rigidus (Grad 2–4) IV b	88
4.1. Orthopädische Einlagen	22	10.5. Zehendeformitäten V	89
4.2. Schuhzurichtungen	27	10.5.a Kleinzehendeformitäten flexibel (Hammer-, Krallen- und Malletzehen) V a	90
4.3. Orthopädische Maßschuhe	37	10.5.b Kleinzehendeformitäten kontrakt (Hammer-, Krallen- und Malletzehen) V b	91
5. Diabetisches Fußsyndrom	43	10.6. Postoperativ/posttraumatisch IV	91
5.0. Risikogruppe 0: Diabetes mellitus ohne PNP/pAVK	44	<b>11. Arthrose an Fuß und Sprunggelenk</b>	93
5.1. Risikogruppe I: Wie Risikogruppe 0, mit Fußdeformität	45	11.0. Vermeidung von Arthrosen 0	95
5.2. Risikogruppe II: Diabetes mellitus mit Sensibilitätsverlust durch PNP/pAVK	46	11.1. Fuß- und Sprunggelenkschmerz I	95
5.3. Risikogruppe III: Zustand nach plantarem Ulcus	47	11.2. Fuß- und Sprunggelenksarthrose im Frühstadium II	96
5.4. Risikogruppe IV: Wie Risikogruppe II mit Deformitäten bzw. Disproportionen	48	11.3. Fuß- und Sprunggelenksarthrose im mittleren Stadium III	97
5.5. Risikogruppe V: DNOAP (LEVIN III)	49	11.4. Fuß- und Sprunggelenksarthrose im Endstadium IV	98
5.6. Risikogruppe VI: Wie Risikogruppe II mit Fußteillamputation	49	11.5.a Akute Fuß- und Sprunggelenksverletzung	99
5.7. Risikogruppe VII: Akute Läsion/floride DNOAP	50	11.5.b Sprunggelenk und Fußgelenke postoperativ	100
6. Knick-Senkfuß	53	<b>12. Pathologie Unterschenkel und Knie</b>	103
6.0. Physiologisch kindlicher Knick-Senkfuß 0	54	12.1. Achillodynie/Haglundferse I	105
6.1.a Kindlicher, hypotoner Knick-Senkfuß I a	55	12.2. Vorderes Tibiakantensyndrom II	106
6.1.b Erwachsener Knick-Senkfuß I b	56	12.3. Vorderer Knieschmerz III	106
6.2. Teilfixierter Knick-Senkfuß II	57	12.4. Tractus iliotibialis Syndrom IV	107
6.3. Fixierter Knick-Senkfuß III	58	12.5. Varusgonarthrose V	108
6.4. Postoperativer Knick-Senkfuß IV	59	12.6. Valgusgonarthrose VI	108
7. Spitzfuß	61	<b>13. Klumpfuß</b>	111
7.0. Habituellem Spitzfuß 0	62	13.0. Gut therapierter Klumpfuß (meist bei Kindern)	113
7.1. Initialer Spitzfuß I	63	13.1. Residual-/Rezidiv-Klumpfuß flexibel I	113
7.1.a Initialer Spitzfuß beim Kind (0–20°) I a	63	13.2. Residual-/Rezidiv-Klumpfuß teilfixiert II	115
7.1.b Initialer Spitzfuß beim Erwachsenen (0–20°) I b	64	13.3. Residual-/Rezidiv-Klumpfuß fixiert (meist bei Erwachsenen) III	116
7.2. Mittelschwerer Spitzfuß II	65	13.4. Postoperativer Klumpfuß IV	117
7.3. Schwerer Spitzfuß (> 40°) III	66	<b>14. Lähmungen</b>	119
7.4. Postoperativer Spitzfuß IV	67	14.1. Spastische Lähmung I	121
8. Hohlfuß	69	14.1.a Spastische Lähmung: flexibel korrigierbar I a	121
8.1. Flexibler Hohlfuß I	70	14.1.b Spastische Lähmung: teilkorrigierbare Fehlstellung I b	122
8.2. Rigider Hohlfuß II	71	14.1.c Spastische Lähmung: rigide Fehlstellung I c	124
8.3. Ballenhohlfuß III	72	14.2. Schlanke Lähmung II	125
8.4. Postoperativer Hohlfuß IV	72	14.2.a Schlanke Lähmung: flexibel korrigierbar II a	125
9. Fußsohlenpathologie	75	14.2.b Schlanke Lähmung: teilweise oder nicht korrigierbare Fehlstellung II b	127
9.1. Plantarfasziitis I	76	<b>15. Beinlängendifferenz (BLD)</b>	129
9.2. Plantares Fersenspornsyndrom II	77	15.1.a Tatsächliche Beinlängendifferenz < 3 cm I a	130
9.3. Morbus Ledderhose III	78	15.1.b Tatsächliche Beinlängendifferenz > 3 cm I b	131
10. Vorfußpathologien	79	15.2.a Funktionelle Beinlängendifferenz < 3 cm II a	132
10.1. Metatarsalgie (metatarsalgieformier Symptomenkomplex) I	81	15.2.b Funktionelle Beinlängendifferenz > 3 cm II b	133
10.1.a Metatarsalgie (flexibel) I a	81	<b>16. Sportversorgungen</b>	135
10.1.b Metatarsalgie (kontrakt) I b	82	16.0.a Sportliche Belastung ohne Schädigung 0a	136
10.1.c Metatarsalgie (nach Operationen) I c	82	16.0.b Leistung im Sport steigern 0b	137
10.2. Spreizfuß II	83	16.1. Fehlstatik und Fußfehlformen im Sport korrigieren I	138
10.3. Hallux valgus III	84	16.2. Symptomatische, strukturelle Schäden/funktionelle Störungen beim Sport lindern II	138
10.3.a Hallux valgus (leichte Ausprägung) III a	84	16.3. Postoperative Hilfsmittelversorgung bei Sportlern III	139
10.3.b Hallux valgus (mittlere Ausprägung) III b	85	16.4. Rückkehr in die Aktivität nach Sportverletzungen IV	140
10.3.c Hallux valgus (schwere Ausprägung) III c	86	<b>17. Literaturverzeichnis</b>	141

# 11. Kapitel

## Arthrose an Fuß und Sprunggelenk

### Definition

Bei der Arthrose an Fuß und Sprunggelenk handelt es sich um einen Verschleiß des Knorpels dieser Gelenke. Ursache:

1. Traumata,
2. Fußfehlformen mit Einwirkung unphysiologischer Kräfte,
3. Stoffwechselstörungen wie rheumatoide Arthritis.

### 11.0. Vermeidung von Arthrosen 0

Wer frühzeitig auf seine Gelenke achtet, wird bis ins hohe Alter beweglich bleiben. Dazu gehören regelmäßige Bewegung, gute Ernährung sowie gelenkschonende Sportarten wie zum Beispiel Laufen, Schwimmen und Radfahren.

### Definition

#### *Gleich- und regelmäßige Belastung*

Zur Gesunderhaltung der Fuß- und Sprunggelenke müssen sie gleich- und regelmäßig belastet werden. Der Bandapparat und die Muskulatur müssen die Knochen so führen, dass die Gelenkflächen möglichst gleichmäßig belastet werden. Zur objektiven Beurteilung der Fußstellung können bei Unsicherheiten, zur Verlaufskontrolle und Dokumentation, Fußabdrücke per Blaupause oder digital angefertigt werden.

### Regelversorgung

#### *Flache Absätze und flexible Sohlen*

Bei guter Fußstatik besteht keine Indikation für orthopädische Einlagen- oder Maßschuhversorgung. Bei hoher Belastung (Arbeit oder Sport) und zunehmendem Statikverlust ist eine Einlagenversorgung sinnvoll. Fuß-

gerechte Konfektionsschuhe mit flachen Absätzen und flexiblen Sohlen sind hier angezeigt: Flache Absätze stellen sicher, dass die Gelenkflächen weitestgehend gleichmäßig belastet werden. Möglichst flexible Sohlen sind vergleichbar mit den Vorzügen des Barfußlaufens.

### 11.1. Fuß- und Sprunggelenkschmerz I

#### Definition

#### *Schmerzhafter Verschleiß*

Hierbei handelt es sich um periartikuläre Beschwerden, die durch Überbelastung oder nach Distorsionen ohne Gewebeerreißungen auftreten. Es kann eine Fußfehlbelastung durch Fußfehlformen ursächlich sein.

### Regelversorgung

#### *Wiederherstellung der Funktion*

Fußfehlformen sind mit stützenden/bettenden Einlagen zu adressieren. Ballen- und Mittelfußrollen entlasten insbesondere in der Abstoßphase die Gelenke. Die Sohlenversteifung trägt zur Reduktion der Scherkräfte bei. Nach Distorsionen können Bandagen die Propriozeption erhöhen und die Schwellungen durch die Kompression vermindern.

### 11.2. Fuß- und Sprunggelenksarthrose im Frühstadium II

Wer frühzeitig und regelmäßig seine Gelenke gut pflegt, bleibt zwar beweglich, dennoch ist ein altersgerechter Gelenkverschleiß völlig normal. Der Knorpelabbau sowie die Abnahme der Gelenkspalthöhe sind physiologisch bedingt. Infolgedessen geht die stoßdämpfende Funktion verloren. Dies

führt zu einem schmerzhaften Aneinanderreiben der Gelenkflächen. Im nächsten Schritt werden angrenzende Gelenkreihen ebenfalls überbelastet. Ursache sind neben den Fehlstellungen auch posttraumatische Zustände, wie Instabilitäten oder Knorpelverletzungen.

### Definition

#### *Belastungsabhängige Gelenkschmerzen*

Im Frühstadium der Fuß- und Sprunggelenksarthrose klagt der Patient über Anlaufschmerzen, Minderelastizität der Sprunggelenke und zunehmend über Belastungs- und Gelenkschmerzen. Ziel der Versorgung ist es, die Gelenkflächen in der Belastung wieder physiologisch zueinander zu stellen.

### Regelversorgung

#### *Funktionelle Einheit erforderlich*

In diesem Stadium wird mit Einlagen und Schuhzurichtungen gearbeitet. Einlagengerechtes, gut passendes Schuhwerk mit breiter Standfläche, mit Pufferabsatz, scharfrandig begrenzter Sohle, das am Fuß mit Schnürung oder Klettverschlüssen mit Umlenkung fest anzulegen ist. Die Wirkung der Einlage ist nur gewährleistet, wenn Schuh, Einlage und Fuß eine funktionelle Einheit bilden.

Ferner gilt:

- Stützende Einlagen verbessern die Fußstatik und stellen die Gelenkflächen wieder kongruent zueinander,
- Sohlenrollen erleichtern die Abrollbewegung der Fü.e, reduzieren den Kompressionsschmerz der Gelenkflächen und wirken somit schmerzlindernd,
- Pufferabsätze reduzieren die maximalen Bodenreaktionskräfte und wirken somit gelenkschonend,

- Sohlenversteifungen vermeiden eine Verwringung der Knochen im unteren Sprunggelenk und schonen damit die Knorpel.

### 11.3. Fuß- und Sprunggelenksarthrose im mittleren Stadium III

In diesem Stadium sind die Gelenke nicht mehr schmerzfrei in vollem Ausmaß zu bewegen, es treten beginnende Fehlstellungen auf. Das Ziel ist – soweit möglich – eine Verbesserung der Fehlstellung und damit eine Gangbildverbesserung herzustellen, um so die noch schmerzfreie Bewegung zu nutzen und den weiteren Fortschritt der Arthrose zu vermeiden.

#### Definition

##### *Schleichende Versteifung der Gelenke*

In dieser Gruppe ist der beginnende Knorpelschaden der Gelenke im Röntgenbild ersichtlich. Die endgradige Bewegung ist schmerzhaft und führt zu einer schleichenden Versteifung der Gelenke.

#### Regelversorgung

##### *Nicht ausreichend: Plantare Unterstützung*

Je nach Ausprägung ist eine alleinige plantare Unterstützung nicht ausreichend. Zunächst können bettende Einlagen nach Gipsabdruck, handwerklich gefertigt, zum Einsatz kommen. Der digitale Scanabdruck ist der Blaupause zwar gleichzusetzen, das 3D-Druckverfahren scheint hier jedoch ungeeignet. Eine maximale Redression der Gelenke ist oft nicht möglich, da die Druckergebnisse hochschalig in gewünschter Stabilität bei geringem Volumen schwierig umzusetzen sind. Zusätzlich ist eine Schuhzurichtung obligat. Sohlenversteifungen stabilisieren den Fuß und reduzieren Scherkräfte, eine Sohlenrolle ermöglicht einen Abrollprozess des Fußes und schont die Gelenkflächen. Die Gegenseite sollte mitberücksichtigt werden. Beidseits kann eine wohldosierte Schuherhöhung an korrektem Schuhwerk (Absatzsprengung) angebracht werden, um den schmerzfreien Bewegungsradius zu nutzen. Reicht dies nicht aus, ist bei einem schmalen Fuß eine planta-

Krankheitsbild		Erläuterung	Regelversorgung
0	Vermeidung von Arthrosen	Ursache der OSG Arthrose in 80% traumatisch mit Gelenkinkongruenzen, Achsfehlstellungen und Instabilitäten, weiterhin durch Stoffwechselstörungen wie Erkrankungen des Rheumatischen Formenkreises	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vermeidung von Trauma und Instabilitäten, gute therapeutische Einstellung von Stoffwechselstörungen</li> <li>2. Adressierung von Fußfehlformen durch Einlagen und Zurichtungen am Konfektionsschuh</li> <li>3. Funktionsgerechtes Schuhwerk</li> </ol>
I	Fuß- und Sprunggelenkschmerz	Nach Überbelastung und Distorsionen Gelenke entlasten Adressieren der Fußfehlform Suffiziente Akut-Therapie nach Trauma	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stützende/bettende Einlagen</li> <li>2. Ballen- oder Mittelfußrollen</li> <li>3. Sohlenversteifungen</li> <li>4. Knöchelbandagen</li> </ol>
II	Fuß- und Sprunggelenksarthrose im Frühstadium	Symptome sind Anlaufschmerz sowie meist morgendliche Steifigkeit, Minderelastizität des Sprunggelenkes Einteilung in die Schweregrade 1–3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stützende oder bettende Einlagen zur Achsverbesserung</li> <li>2. Abrollhilfen und Pufferabsatz</li> <li>3. Bandagen und Orthesen</li> </ol>
III	Fuß- und Sprunggelenksarthrose im mittleren Stadium	Veränderungen der periartikulären Weichteile mit Schwellneigung sowie einer Druckschmerzhaftigkeit. Endgradige schmerzhafte Beuge- und Streckhemmung mit beginnender Bildung von Kontrakturen. Schmerzhafte Bewegungseinschränkung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stützende/bettende und ggf. achsverbessernde Einlagen</li> <li>2. Abrollhilfen und Pufferabsatz</li> <li>3. Bandagen und Orthesen</li> <li>4. Innenschuhe bei schmalen Füßen</li> <li>5. Orthopädische Maßschuhe mit Knöchelkappe, Arthrodesenkappe, Stützlasche</li> </ol>
IV	Fuß- und Sprunggelenksarthrose im Endstadium	Deutliche Kapselschwellung und Ergussbildung, meist Überwärmung im Sinne einer aktivierten und nichtbakteriell entzündlichen Arthrose. Instabilität sowie ausgeprägte schmerzhafte Bewegungseinschränkung. Schmerzen treten meist bei jeder Bewegung und auch in Ruhe auf. Auch oft nächtliche Schmerzen	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Orthopädische Maßschuhe oder Innenschuhe zur bewegungs-limitierenden Ruhigstellung</li> <li>2. Funktionselemente: Arthrodesenkappe, Stützlasche, Mittelfußrolle, Puffer-/Abrollabsatz</li> </ol>
V	Fuß- und Sprunggelenksverletzungen akut und postoperativ	Sicherstellung des OP-Ergebnisses durch Ruhigstellung unter Berücksichtigung der Schwellung und Verbände, Erreichen von frühestmöglicher Mobilisation	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gipsverband</li> <li>2. Unterschenkelorthese/Walker</li> <li>3. Verbandsschuhe</li> </ol>

\* Immer mit Angleichung der Gegenseite

**Tabelle 1** Arthrose an Fuß und Sprunggelenk

re Fußorthese oder eine Innenschuhversorgung nach neuen oder modifizierten Leisten möglich, da diese den Vorteil einer freien Schuhwahl haben. Sie stellen den Rückfuß ruhig und vermeiden eine Verwringung im USG. Sollte unter Belastung das Korrekturergebnis nicht gehalten werden und Schmerzen auftreten, muss eine höhergreifende Versorgung gewählt werden. Ggf. kann ein Versuch mit einer zusätzlichen Versorgung mit Stabilschuhen unternommen werden. Reicht das nicht, sind orthopädische Maßschuhe mit bimalleolärer Knöchelkappe bei normalen oder breiteren Füßen indiziert.

## 11.4. Fuß- und Sprunggelenksarthrose im Endstadium IV

Patienten mit dieser hochgradigen Arthrose haben oft eine lange Leidensgeschichte. Das Versorgungsziel besteht aus Schmerzlinderung oder gar Schmerzfreiheit zum Erhalt der Gehfähigkeit. Aus diesem Grund ist eine hochschafftige Maßschuhversorgung indiziert.

### Definition

*Zerstörte Gelenke verursachen starke Schmerzen*

Die Gelenkflächen sind in diesem Stadium zerstört, sie sind schmerzhaft, instabil, fehlgestellt und bewegungseingeschränkt. Schmerzfreies Barfußgehen ist nicht möglich.

### Regelversorgung

*Ruhigstellung in Abwägung unterschiedlicher Bauteile unter Berücksichtigung der Biomechanik*

Orthopädische Maßschuhe nach individuellem Leisten müssen die Gelenke ruhigstellen. Hierbei sind folgende Bauteile erforderlich:

- eine Arthrodesenkappe bei Schmerzen im OSG,
- eine bimalleoläre Knöchelkappe bei Schmerzen im USG,
- Mittelfußrollen entlasten die Gelenke und gewährleisten ein harmonisches Gangbild,
- Eine Sohlenversteifung vermeidet die Verwringung im USG und der Fußwurzel,

- Eine Laschenversteifung in Kombination mit einer Arthrodesenkappe erhöht die Ruhigstellung des OSG,
- Ein Pufferabsatz reduziert Bodenreaktionskräfte und wirkt schmerzlindernd.

## 11.5.a Akute Fuß- und Sprunggelenksverletzung

Die meisten Fußgelenksverletzungen sind Umknicktraumen oder Stauungen. Oft geschehen diese beim Sport oder als sogenannte Bagatelltraumen auf unebenem Boden. Neben einer differenzierten Diagnostik muss die konservative Versorgung zielgerichtet und zeitnah erfolgen.

### Definition

*Entlastung oder Ruhigstellung verletzungsabhängig*

In Abhängigkeit vom Verletzungsausmaß ist hier eine Entlastung oder gar Ruhigstellung indiziert. Darüber hinaus ist der Mobilitätsgrad der Patienten zu berücksichtigen. Mit vorkonfektionierten Unterschenkelorthesen ist das Autofahren verboten.

### Regelversorgung

*Variable Versorgungsmöglichkeiten*

Die Versorgungsmöglichkeiten sind in Abhängigkeit des Verletzungsmusters und dem Heilungsstadium sehr variabel. Ggf. in Abhängigkeit des Verlaufes wird die weitere Nachbehandlung in eine der anderen Gruppen überführt.

Folgende Versorgungsmöglichkeiten kommen infrage:

- TCC (Total-Contact-Cast) oder Unterschenkelgips können eine vollständige Ruhigstellung der Fußgelenke gewährleisten,
- Unterschenkelorthesen (vorkonfektioniert) entlasten die Sprunggelenke, bieten jedoch eine Restbeweglichkeit,
- Knöchelbandagen sind schnell verfügbar und lassen gewisse Bewegungen zu,
- Schuhzurichtungen entlasten die Gelenke nur wenig, lassen jedoch alle Bewegungen im unteren und oberen Sprunggelenk zu.

## 11.5.b Sprunggelenk und Fußgelenke postoperativ

Postoperativ sind zumindest bei knöchernen Umstellungen, Versteifungen oder Endoprothesen die Knochen und Gelenke so rekonstruiert, dass eine möglichst anatomisch korrekte Fußform erreicht wird. Bei Arthroskopien, ggf. mit Knorpelaufbaumaßnahmen, sollte die knöchernen Stellung akzeptabel als Grundvoraussetzung für den operativen Erfolg sein. Ziel der Versorgung ist zunächst die Ruhigstellung des Fußes bei frühestmöglicher Mobilisation des Patienten und die Sicherstellung des OP-Ergebnisses unter Belastung.

### Definition

*Korrekturergebnisse sichern*

Grundsätzlich wird zwischen arthroskopischen und knöchernen Operationen unterschieden. Bei arthroskopischen Eingriffen ist zumeist die Beweglichkeit partiell freigegeben, die Belastung jedoch limitiert. Um das Korrekturergebnis knöcherner Umstellungen oder Sprunggelenkersatzplastiken zu sichern, muss der Fuß postoperativ ruhiggestellt werden. Auch hier gibt es verschiedene Möglichkeiten. Diese sind abhängig vom jeweiligen Befund und vom Behandlungskonzept.

### Regelversorgung

*Verschiedene Konzepte*

1. Ruhigstellung im Gips/Cast: Hier wird das Korrekturergebnis optimal eingestellt und individuell gesichert,
2. Konfektionierte Unterschenkel-/Sprunggelenksorthesen/Walker: Dieses Behandlungskonzept sollte vorzugsweise Erwachsenen vorbehalten werden, weil hier die Compliance größer ist. Nachteil dieser Versorgung ist die oft fehlende Formschlüssigkeit, die zur Instabilität führen kann, womit das OP-Ergebnis gefährdet werden könnte.

Ein Verbandsschuh ist nur in sehr seltenen Fällen indiziert. Auf der kontralateralen Seite muss für eine stabile Stand- und Gangsicherheit gesorgt sowie der Verkürzungsausgleich berücksichtigt werden.

## Zusammenarbeit von OST und OT

# Hand in Hand das Beste für die Patient:innen herausholen

Der Mensch ist ein Gesamtkunstwerk – und genau so versucht Gunnar Kandel, Vertriebsleiter Pädiatrie bei Rahm – Zentrum für Gesundheit, ihn täglich zu betrachten. Für ihn markiert das Knie nicht die Grenze zwischen Orthopädie-Technik (OT) und Orthopädie-Schuhtechnik (OST). Vielmehr sieht er in den beiden Professionen die Chance, einen gemeinsamen Weg zu beschreiten, voneinander zu lernen, Erfahrungswerte auszutauschen und zu kombinieren. Im Gespräch macht der gelernte Orthopädienschuhmacher deutlich, wo sich das Zusammenspiel für Betriebe bezahlt macht und warum der Austausch letztendlich auch den Patient:innen zugutekommt.

*OT: Inwiefern können OT und OST voneinander in der Werkstatt profitieren?*

**Gunnar Kandel:** Je enger die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Professionen ist, desto leichter fällt es, Synergieeffekte zu nutzen. Gibt es gemeinsame Werkstätten, können Erfahrungen nicht nur bei Besprechungen ausgetauscht werden, sondern man sieht vor Ort: Wie arbeiten die Kolleg:innen? Haben sie handwerkliche Fertigkeiten oder Umgehensweisen mit Materialien, die auch mir weiterhelfen können? Dass man sich etwas von Kolleg:innen innerhalb der eigenen Berufsgruppe abschaut, entspricht dem Ausbildungsalltag. Bereichsübergreifende Einblicke aus anderen Berufszweigen bereichern nach meiner Erfahrung die Arbeitsfertigkeiten zusätzlich. Einige Materialien zum Beispiel sind in der OST durchgängig bekannt, gehören aber in der OT nicht zum Portfolio und umgekehrt. Ebenso verschiedene Fertigungstechniken. Wir arbeiten sowohl mit thermoplastischen Materialien als auch mit verschiedenen Faserverbundtechniken. Die setzen wir je nach Produkthanforderung ein und kombinieren die unterschiedlichen Herstellungstechniken miteinander. In der Schuhzurichtung stellt sich häufig die Frage: Welcher Kleber ist für welche Materialkombination am besten geeignet? Hier gibt es Kolleg:innen, die eigene Mischungen herstellen, wenn die industriell hergestellten Kleber nicht hundertprozentig funktionieren. Auch solche Erfahrungswerte lohnt es sich bereichsübergreifend auszutauschen.

*OT: Viele Betriebe vereinen bereits OT und OST miteinander. Hat das auch betriebswirtschaftliche Vorteile?*

**Kandel:** Auf jeden Fall. Durch Verknüpfen verschiedener Abläufe können die Produktionsprozesse verschlankt und betriebswirtschaftlich effizienter gestaltet werden. Wir bei Rahm nutzen die Kombination der verschiedenen Spezialisierungen bereits in der Kundenberatung, um so die bestmögliche Versorgung zu konzipieren. Insofern ergibt es Sinn, dass Betriebe OST und OT miteinander verknüpfen,

*Teamwork schreibt Gunnar Kandel bei der Versorgung seiner Patient:innen groß.*



Foto: Rahm – Zentrum für Gesundheit

um so ein größeres Produktportfolio abbilden zu können. Die enge Zusammenarbeit der beiden Berufszweige in der Produktion führt zu weiteren Synergieeffekten, die sich unter anderem auch in der Produktqualität widerspiegeln.

*OT: Was haben die Patient:innen davon?*

**Kandel:** Wenn die Abläufe ineinandergreifen, bringt das eine enorme Zeitersparnis für die Patient:innen mit sich. Wir merken das vor allem, wenn es um die Versorgung von betroffenen Personen geht, bei denen verschiedene Hilfsmittel kombiniert werden müssen. Hierbei kann durch das Hinzuziehen der jeweils anderen Fachdisziplin ein schnelles und optimales Ergebnis erzielt werden. Die zu Versorgenden erhalten die Produkte aus ein und demselben Betrieb, in dem Hand in Hand zusammengearbeitet wird. Das vereinfacht die Terminkoordination und erspart unnötige Wege. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass die Patient:innen dafür sehr dankbar sind.

## Den Menschen ganzheitlich betrachten

*OT: Können Sie konkrete Versorgungsbeispiele nennen, an denen deutlich wird, wie wichtig die Verknüpfung von OT und OST ist?*

**Kandel:** Das betrifft beispielsweise Patient:innen, die mit einer Verordnung für eine standardisierte Fußheberorthese zu uns kommen und auf Grund der vorliegenden oder fortgeschrittenen Diagnose weitere unterstützende Maßnahmen benötigen. Da stellt sich die Frage: Genügt eine zusätzliche Einlage? Arbeiten wir mit DAFOs in Kombination? Sind spezielle Anforderungen an das Schuhwerk zu stellen und muss dieses nachträglich justiert werden? Oder erreichen wir mit der ursprünglich geplanten Orthese nicht die Effizienz, die ärztlich und/oder therapeutisch als Versorgungsziel gewünscht ist. Ist es vielleicht sogar erforderlich, eine neue, individuell auf die Patient:innen abgestimmte Orthese zu konzipieren, bei der z. B. passiv stabilisierende Korrekturlemente mit funktioneller Elektrostimulation kombiniert werden? Auch im Bereich Rumpforthetik erweist sich die Zusammenarbeit als zielführend. Wenn wir den Rumpf stabilisieren können, wirkt sich das auf den gesamten Körper aus. Umgekehrt schaffen wir durch eine Fußkorrektur und -stabilisierung eine gute Grundlage für die Rumpfstabilität. Selbst Handorthetik hat Auswirkungen auf die Spannungsverhältnisse des Körpers. Genau deswegen ist es uns so wichtig, bereits in der Ausbildung die ganzheitliche Betrachtung des Körpers sowie die Auswirkung der Beeinträchtigung in den Fokus zu stellen und deutlich zu machen: Schaut euch den ganzen Patienten bzw. die ganze Patientin an! Denn alles baut aufeinander auf, die Übergänge sind fließend. Die Probleme, die wir zu beheben versuchen, liegen nicht zwingend dort begründet, wo sie augenscheinlich werden.

*OT: Auch neue Produkte können aus dem Miteinander von OT und OST hervorgehen, wie die von Ihnen entwickelte Camafo®-Orthese. Was kann diese leisten?*

**Kandel:** Ausgangspunkt für die Entwicklung war hier die aus der Orthopädie-Schuhtechnik stammende Erfahrung einer konsequenten Fußkorrektur. Diese haben wir dann ergänzt mit den mechanischen Möglichkeiten aus der OT und so ein neues Produkt entwickelt. Diese spezielle Orthese richtet sich an Patient:innen mit schwerer Knickfußfehlstellung, bei denen wir mit der Versorgung mit Einlagen und Fußorthesen in Kombination mit Therapie-Stabilisierungen, orthopädischen Maßschuhen oder auch DAFOs funktionell nicht das Erreichen können, was wir wollen. Bislang waren die Lösungen immer ein Kompromiss zwischen Bewegungsfreiheit und korrigierender Einschränkung. Die Camafo®-Orthese korrigiert die Fehlstellung, lässt aber alle anderen Bewegungsachsen frei, die nicht zwingend zur Fußkorrektur notwendig sind. So gewährleistet sie in allen Bewegungsphasen eine korrekte Fersenaufriechung und deren korrekte Achsenstellung zum Unterschenkel. Wir setzen die Orthese sowohl in der Orthopädie-Schuhtechnik als auch in der Orthopädie-Technik ein. Sie verbindet sozusagen diese beiden Welten, weil sie sich funktionell von den bisher bekannten Orthesen und schuhtechnischen Versorgungsformen abhebt. Wir arbeiten, unter permanenter Weiterentwicklung, seit inzwischen fast zehn Jahren mit diesem Versorgungskonzept und konnten bei weit mehr als 2.000 Patient:innen beobachten, wie förderlich sich diese Orthesentechnik auf die Entwicklung, gerade von Kindern, auswirkt.

*OT: Wie wird die Zusammenarbeit von OT und OST in Ihrem Unternehmen gelebt?*

**Kandel:** Historisch gesehen ist Rahm aus einem orthopädie-schuhtechnischen Betrieb erwachsen, der Zug um Zug um die Orthopädie-Technik und Reha-Technik erweitert wurde. Die Geschäftsbereiche hatten ihre Schnittstellen, wurden aber im Prinzip parallel geführt. Vor Jahren haben wir dann die beiden Bereiche Orthopädie-Technik und Orthopädie-Schuhtechnik innerhalb einer gemeinschaftlichen Pädiatrie-Werkstatt zusammengeführt. Ziel war es, unter Bündelung der Fachlichkeiten die Wege zu verkürzen und die Produktionsabläufe einfacher zu koordinieren. Jeder Mitarbeitende konnte dabei seine fachspezifischen Stärken einbringen und gleichzeitig von den Fähigkeiten der Kolleg:innen profitieren. Und das immer mit dem Ziel vor Augen, die bestmögliche Versorgung für die Patient:innen zu gewährleisten. Das Konzept hat sich bei uns bewährt.

*OT: Gehen die Meinungen von Orthopädietechniker:innen und Orthopädieschuhmacher:innen auch mal auseinander?*

**Kandel:** Das erlebe ich weniger. Aber unterschiedlicher Meinung zu sein und zu diskutieren, kann auch sehr bereichernd sein und neue Blickwinkel eröffnen. Daran wachsen wir. Letztendlich setzt sich derjenige durch, der die besseren Argumente hat.

## Zusammenarbeit auf Augenhöhe und mit gegenseitigem Respekt

*OT: Was ist aus Ihrer Erfahrung heraus notwendig, damit Teamwork berufsübergreifend erfolgreich funktionieren kann?*

**Kandel:** Gibt es Schwierigkeiten, hängt das vermutlich mehr von den einzelnen Charakteren ab als davon, aus welcher Berufsgruppe die Kolleg:innen stammen. Wichtig für uns – und da achten wir sehr drauf – ist, dass die Zusammenarbeit auf Augenhöhe und mit gegenseitigem Respekt stattfindet. Für mich gab es nie eine Trennung. Es geht immer darum, Hand in Hand das Beste für die Patient:innen herauszuholen.

*OT: Spielt die Kombination der Gewerke bereits in der Ausbildung eine Rolle?*

**Kandel:** Unsere Ausbildung ist so gestaltet, dass sich die OT-Auszubildenden die Orthopädie-Schuhtechnik und umgekehrt die OST-Auszubildenden die Orthopädie-Technik anschauen, um so ein besseres Verständnis für die Arbeit und die Herausforderungen der Kolleg:innen zu erhalten. Auch in die Reha-Technik und in die Sanitätshäuser erhalten sie Einblick. Diese Horizonterweiterung schafft eine gute Voraussetzung für neue Ideen. Uns ist es wichtig, eine breite Ausbildungsbasis zu gestalten, damit die Auszubildenden von Anfang an lernen zu erkennen, was alles möglich ist, aber auch wo die eigenen Grenzen sind und wann es sinnvoll ist, Patient:innen an die jeweils im Hause vorhandene Fachexpertise weiter zu vermitteln. Es ist schön, wenn das alles im eigenen Betrieb stattfinden kann.

*OT: Welche Rolle nimmt der Austausch mit weiteren Professionen ein?*

**Kandel:** Besonders Patient:innen mit neurologischen Erkrankungen werden ganz unterschiedlich therapiert. Und Therapie fasst für mich alles zusammen, was hilft, die Gesamtsituation der Patient:innen zu verbessern. Dazu gehören natürlich die ärztlichen Betrachtungsweisen, wann zum Beispiel operative Eingriffe oder medikamentöse Interventionen notwendig sind. Genauso wie die Physio- und Ergotherapie, wenn es z.B. um die Abstimmung von Behandlungskonzepten geht. Ebenso darf die psychologische Betreuung für die Behinderungsverarbeitung nicht vernachlässigt werden. Zur Vervollständigung des Versorgungskreislaufes gehören aber auch die Orthopädie-Technik und Orthopädie-Schuhtechnik sowie die Reha-Technik als Teil der Therapie dazu. Zwischen all diesen Berufsgruppen ist es zwingend notwendig, sich auszutauschen, zu diskutieren und alle Aspekte der Patientenversorgung offen auf den Tisch zu bringen – als ein multiprofessionelles Versorgungsteam mit gemeinsamer Zielsetzung. Das, was wir im frühen Stadium verpassen, können wir später nicht mehr aufholen. Mir ist es sehr zugute gekommen, dass ich bereits früh in meinem beruflichen Werdegang Mitglied solcher Versorgungsteams werden durfte. Nach wie vor bereichert es meine tägliche Arbeit, mit Sozialpädiatrischen Zentren zusammenzuarbeiten und Teil interdisziplinärer Hilfsmittelsprechstunden zu sein, die sich inzwischen bundesweit etabliert haben.

*OT: Wo sehen Sie die OST und OT in der Zukunft?*

**Kandel:** Neue Produktionstechniken wie der 3D-Druck haben sowohl in der Orthopädie-Technik als auch in der Orthopädie-Schuhtechnik zu Innovationen geführt und schaffen durch angewandte Konstruktionstechniken Versorgungsmöglichkeiten, die konventionell nicht dargestellt werden können. Wir bei Rahm arbeiten Tag für Tag daran, dass für die Patient:innen der beste Benefit herauskommt. Der Mensch steht bei unseren Versorgungen stets im Mittelpunkt. Dafür ist es wichtig, eng und interdisziplinär mit den Kolleg:innen zusammenzuarbeiten und in den Austausch zu gehen.

*OT: Sie erwähnten bereits das Stichwort 3D-Druck. Welche Rolle kommt der Digitalisierung künftig zu?*

**Kandel:** Der Begriff Digitalisierung umfasst ein weites Feld. Scannen als Form des Maßnehmens hat viele Vorteile. Es ist zwar nicht immer das Mittel der Wahl, aber immer öfter. Gerade wenn es um Korrekturen von neurologisch betroffenen Patient:innen geht, muss man aber häufig noch hands-on sein. Konventionell und digital – beide Techniken lassen sich perfekt miteinander kombinieren. Wenn wir auf die vergangenen Jahre zurückblicken, werden die Entwicklungen im Bereich Digitalisierung rasant voranschreiten. Ich habe keine Angst vor der Zukunft, sondern erwarte das, was kommt, die neuen Prozesse und Möglichkeiten, die wir kennenlernen werden, mit großer Freude. Wichtig ist mir aber auch, dass wir die handwerklichen Fähigkeiten nicht verlieren, sondern diese in allen Bereichen als Basis

behalten. Auch Dokumentation nimmt immer mehr Raum im Alltag ein. Hier hilft die Digitalisierung, die Prozesse zu vereinheitlichen. Welche Krankenkasse benötigt welche Zusatzdokumentation? Fragen wie diese stellen sich täglich und sind für die Kolleg:innen nicht immer leicht zu überblicken. Um ihnen Hilfen an die Hand zu geben, haben wir bei Rahm einen digitalen Versorgungsmanager entwickelt. Bedingt durch die Corona-Pandemie nutzen wir zudem mehr und mehr technische Möglichkeiten, Patient:innen über größere Distanzen zu betrachten. Per Facetime oder andere Videotelefonie habe ich Kontakt zu Eltern, die so nicht wegen jeder Fragestellung persönlich vorbeikommen müssen. Auch mit Ärzt:innen und Therapeut:innen findet ein Austausch per Videosprechstunde statt. Das ist allerdings nicht der Goldstandard, den wir gerne hätten. Wir arbeiten selbstverständlich am liebsten direkt an den Patient:innen. Aber bevor man sich gar nicht sieht, ist das eine gute alternative Möglichkeit, um sich auszutauschen.

*Die Fragen stellte Pia Engelbrecht.*

Anzeige



Witzel

Vacupress

Witzel VACUPRESS e. K.  
Max-Keith-Straße 66 • D - 45136 Essen  
+49 201 6462284 • info@vacupress.de  
[www.vacupress.de](http://www.vacupress.de)

## VACUPRESS 520 Serie

+ Umluft Ofen Gr. 1/2/4

- ✓ Alles für die individuelle Einlagenfertigung
- ✓ Verschiedene Modellvarianten und Größen
- ✓ Mit und ohne integrierte Vakuum-Pumpe



## Der digitale Schuhmacher

Schon seit Jahren ist Orthopädieschuhmacher-Meister Martin Jaeger begeistert von den Möglichkeiten digitaler Fertigungstechniken. Anfang 2020 sprach die OT-Redaktion mit ihm über seine Erfahrungen und seine Prognose für die Zukunft. Jetzt, mehr als zweieinhalb Jahre später, widmet sich der 61-Jährige dem Thema in Vollzeit. Seine Anteile an der Orthopädietechnik W. Jaeger GmbH hat er an seinen Bruder verkauft und gemeinsam mit seiner Frau Martina Jaeger die Firma Trans2form gegründet, für die er als CEO Betriebe und Hersteller aus den Bereichen Orthopädie-Schuhtechnik und Orthopädie-Technik auf dem Weg in die digitale Welt berät.

*OT: Sie haben damals mit Blick auf additive Herstellungsverfahren gesagt: „Die Erfolgsquote liegt bei uns bei annähernd 100 Prozent.“ Hat sich daran etwas geändert?*

**Martin Jaeger:** Das war damals sehr sportlich von mir formuliert (*lacht*). Heute würde ich von 85 Prozent sprechen. Die Quoten sind aber nach wie vor sehr gut, also die Passform, die Ausführungen, die Kundenzufriedenheit und auch die Preise und der Arbeitsaufwand. Insgesamt habe ich sogar so gute Erfahrungen im Bereich Digitalisierung gemacht, dass ich mich noch tiefer in das Thema hineingearbeitet habe.

*OT: Inwiefern?*

**Jaeger:** Auslöser war, dass mich vor Jahren mein CAD-Designer hat hängen lassen. Plötzlich stand ich alleine da. Innerhalb von einem halben Jahr habe ich mir dann mithilfe von Youtube-Videos das Modellieren mit dem recht günstigen CAD-Programm Rhino selber beigebracht. Das war ein ziemlich harter Ritt, aber rückblickend eine gute Entscheidung, weil ich viel gelernt habe und nicht mehr abhängig von anderen war. Als derjenige, der die Versorgungsidee hat und die Versorgungsschritte kennt, bin ich am Ende vielleicht sogar der bessere Modellierer. Alles, was man im CAD machen kann – entweder im 3D-Druck oder mit CNC-Fräsen –, modelliere ich auch damit, darunter Einlagen, Leisten, Handgelenksschienen, Ellenbogenorthesen oder Fußbetten, derzeit zum Beispiel auch eine Peronäus-Orthese als Spiralorthese und einen Maßschuhboden.

*OT: Das klingt, als gäbe es keine Grenzen.*

**Jaeger:** Doch, auf jeden Fall. Gebrochene Orthesen, Orthesen, die nicht so funktionierten, wie ich es mir vorgestellt hatte, Druckstellen – natürlich habe ich auch einige Miss-

*OSM Martin Jaeger ist überzeugt, dass digitale Fertigungstechniken die Zukunft der Branche bestimmen werden.*



Foto: Trans2form

erfolge einfahren müssen. Das bleibt nicht aus. Was ich feststelle: Das Scannen wird immer einfacher und besser, die Geräte billiger, das Modellieren schneller. Das Hauptproblem aber ist, das Ergebnis aus dem Drucker zu ziehen. Meiner Meinung nach hinken die Druckverfahren den Themen Scannen und Modellieren deutlich hinterher. Da sehe ich den größten Entwicklungsbedarf.

*OT: Sie sind auf den Digitalisierungszug voll aufgesprungen. Hat das klassische Handwerk dort auch noch Platz?*

**Jaeger:** Ich bezeichne mich mittlerweile als digitalen Schuhmacher. Mein Ziel ist es, einen komplett digitalen Workflow zu erreichen. Und in vielen Bereichen habe ich das auch schon. Das klassische Handwerk ist wichtig, aber es ist in Zukunft nicht mehr das, was die Orthopädieschuhmacher:innen und Orthopädietechniker:innen ausmacht. Die gehören zu den Patient:innen. Sie haben die Versorgungsidee, wählen das Material aus, ändern die Stellung, beraten. Und ob die Techniker:innen den Prozess anschließend in der Werkstatt oder digital umsetzen, ist mit Blick auf die Kosten und Fähigkeiten der Mitarbeiter:innen Abwägungssache.

## Schwerstversorgungen lieber klassisch

*OT: Gibt es Versorgungen, bei denen das klassische Handwerk notwendig ist?*

**Jaeger:** Ja, zum Beispiel mit Blick aufs Scannen. Da ich den Fuß während des Scannens nicht korrigieren kann – dann wäre ja die Hand mit drauf –, muss ich ihn in Fehlstellung nehmen und am Rechner korrigieren. Das ist schwierig, mit Übung aber machbar. Bei Schwerstversorgungen wie einem Klumpfuß würde ich hingegen einen Gips machen, das Positiv gießen und dann scannen. Wenn die Digitalisierung also an Grenzen stößt, kann man immer wieder raus aus dem Prozess, klassisch vorgehen und anschließend wieder digital weitermachen. Jede Mischform ist denkbar. Und man muss bedenken: Das, was ich gerade beschrieben

habe, betrifft nach meiner Erfahrung vielleicht gerade mal drei bis fünf Prozent aller Versorgungen.

*OT: Fehlen Ihnen diese klassischen Techniken manchmal?*

**Jaeger:** Das, was Orthopädietechniker:innen oder Orthopädieschuhmacher:innen ausmacht, ist die Arbeit in der Gipswerkstatt oder am Leisten. Das ist etwas Bildhauerisches, etwas nahezu Künstlerisches. Man muss eine Vorstellung von der Form haben und diese Form bauen. Und wenn man das gut kann, hat man im CAD das gleiche befriedigende Gefühl wie an der Maschine. Nur mit vielen Vorteilen.

*OT: Was für Vorteile sind das?*

**Jaeger:** Ich kann sitzen, atme keinen Staub, keine Klebstoffdämpfe ein und kann jeden Schritt, den ich falsch gemacht habe, mit „Strg+Z“ einfach rückgängig machen. Das ist auch eine große Zeitersparnis. Ich baue einen Leisten mittlerweile in zehn Minuten, bei einem komplexen Fall brauche ich zwischen 30 und 40 Minuten. Das sind 30 bis 50 Prozent weniger Zeitaufwand im Vergleich zur Arbeit in der Werkstatt. Auch die Passform ist besser. Nach meiner Erfahrung hat sich die Zahl der Nacharbeiten drastisch reduziert. Denn der Scan ist so unglaublich genau. Da kann ein Gips nicht mithalten. Der hat allerdings den Vorteil, dass man korrigieren kann. Aber auch das will gelernt sein und ist mit viel Nachbearbeitung verbunden. Nicht mehr an der Schleifmaschine zu stehen – das hat auch Vorteile mit Blick auf Arbeitssicherheit. Ich sehe im digitalen Wandel auch einen Vorteil, junge Arbeitskräfte, die heutzutage sehr gesundheitsbewusst sind, zu gewinnen. Meine Generation hat sich über viele Jahre Stäuben und Lösungsmitteldämpfen ausgesetzt. Das ist nicht gesund. Digital ist das ein ganz anderes Arbeiten. Dafür habe ich öfter Nackenschmerzen (*lacht*).

## Argumentationslinie ändern

*OT: Wird sich die Technologie in der OST durchsetzen?*

**Jaeger:** Ja, ich glaube dagegen kann man sich nicht sträuben. Ich war aber schon bei Veranstaltungen, wo genau dieses Thema im Fokus stand und kaum einer der Kolleg:innen wusste, worum es geht. Und das ist keine Kostenfrage: Wer nicht selbst drückt, ist mit allem Drum und Dran schon mit rund 3.000 Euro dabei. Das Hauptproblem ist, die Leute dazu zu kriegen, sich der Technologie anzunehmen und sich hinzusetzen, auszuprobieren und zu lernen, so wie ich es getan habe. Dazu gehört auch die Bereitschaft, sich sozusagen wieder in die Rolle eines Lehrlings hineinzubegeben und Fehler zu machen. Ich glaube, dass viele Angst davor haben, dass die Jüngeren ihnen hier etwas voraus haben. Ein Lehrling hat zwar keine Versorgungsidee, hat sich aber drei Mal so schnell in ein CAD-System eingearbeitet wie die Meister:innen. Und eine Werkstatt ist etwas sehr Hierarchisches, fast Militärisches. Und wenn die Gefreiten auf einmal mehr draufhaben als der Feldwebel, kann das zu Problemen führen. Deswegen ist das für mich eher ein psychologisches Problem als ein Problem im Verständnis von Technik. Wie bekommt man den Wandel vom klassischen

zum digitalen Arbeiten hin? Darüber mache ich mir am meisten Gedanken. Ich glaube, man muss die Argumentationslinie für die Digitalisierung ändern, abseits aller technischen Faszination hin zu den Vorteilen für die einzelnen Techniker:innen.

*OT: Sollte das Thema Digitalisierung mehr Raum in der Ausbildung einnehmen?*

**Jaeger:** Der Wunsch und der Wille in der Branche sind da. Stark macht sich zum Beispiel das Kompetenzzentrum Orthopädieschuhtechnik und stellt Kurse im Bereich 3D-Druck und Scan auf die Beine. Aber ich glaube, das Problem ist aktuell die Prüfungsordnung. Solange digitale Arbeitstechniken darin nicht aufgenommen werden – und das dauert erfahrungsgemäß viele Jahre –, ist der Druck für die Azubis auch nicht da, sie zu lernen. Meisterschüler:innen sagen: „Ich mache das gern. Aber ich muss nähen üben, zwicken, Lederkappen schärfen.“ Und das kann ich gut verstehen. Die wollen ihre Meisterprüfung machen, und es ist sportlich, was sie in kurzer Zeit lernen müssen.

*OT: Mit Ihrer neuen Firma beraten Sie Betriebe, die digitaler werden wollen. Welche Tipps geben Sie ihnen für den Einstieg an die Hand?*

**Jaeger:** Das ist sehr individuell, hängt von der Betriebsgröße und der Zielsetzung ab. Ich empfehle immer, sich zunächst ein Thema herauszusuchen, das einem liegt. Ich habe mit Orthetik angefangen, weil mich das Thema seit der Meisterprüfung angetrieben hat. Als ich das konnte, war alles andere relativ einfach. Man kann sich dabei beraten lassen oder sich allein auf den Weg machen. Youtube ist wirklich eine tolle Unterstützung. Oder man spricht Firmen an, die digital unterwegs sind und zu denen man bereits Kontakte hat. Man begibt sich damit in gewisse Abhängigkeiten, profitiert aber auch von guter Software, von Know-how und Erfahrung. Es gibt zwei Dinge, die man sich überlegen muss: Wie wichtig ist es mir, Herr des Verfahrens zu sein? Und was bin ich bereit auszugeben? Man kann kostengünstig anfangen und sich das Iphone 13 holen – das hat zwei 3D-Scanner, die Apps kosten nichts. Damit lassen sich zum Beispiel Füße scannen. Gleiches gilt für das Ipad Pro. Das reicht eigentlich schon. Man muss sich nicht zwangsläufig einen 10.000-Euro-Scanner kaufen. Voraussetzung ist auch, dass man Spaß an Technik hat. Wenn man wenig affin ist, sollte man vielleicht darüber nachdenken, jemanden einzustellen. Ich sehe übrigens auch einen Teil meiner beruflichen Zukunft darin, Kolleg:innen oder Firmen in Form von Trainings auch online auf dem Weg in die Digitalisierung zu beraten und zu unterstützen.

## Produkt mit Kopf und Maus gebaut

*OT: Was fasziniert Sie persönlich an den digitalen Techniken?*

**Jaeger:** Ich kann mich an diesen Aha-Moment erinnern, als ich das erste Mal eine Orthese – damals noch mit Hilfe – modelliert hatte: eine Sprunggelenksorthese, mit Multijet und aus Polyamid 12 gedruckt. Ich machte das Päckchen vom Dienstleister auf und das, was darin lag, war besser als alles, was ich zuvor gemacht hatte. Das bringt

mein Herz noch heute zum Klopfen. Die Ergebnisse, die aus einem Drucker kommen – vorausgesetzt es wurde alles richtig gemacht –, sind für jeden Handwerker und jede Handwerkerin die reinste Freude. Denn am Ende habe ich das Produkt gebaut, nicht mit meinen Händen, aber mit meinem Kopf und meiner Maus – und das treibt mich nach wie vor an.

*OT: Welchen Stellenwert nimmt die Digitalisierung in der Zukunft ein?*

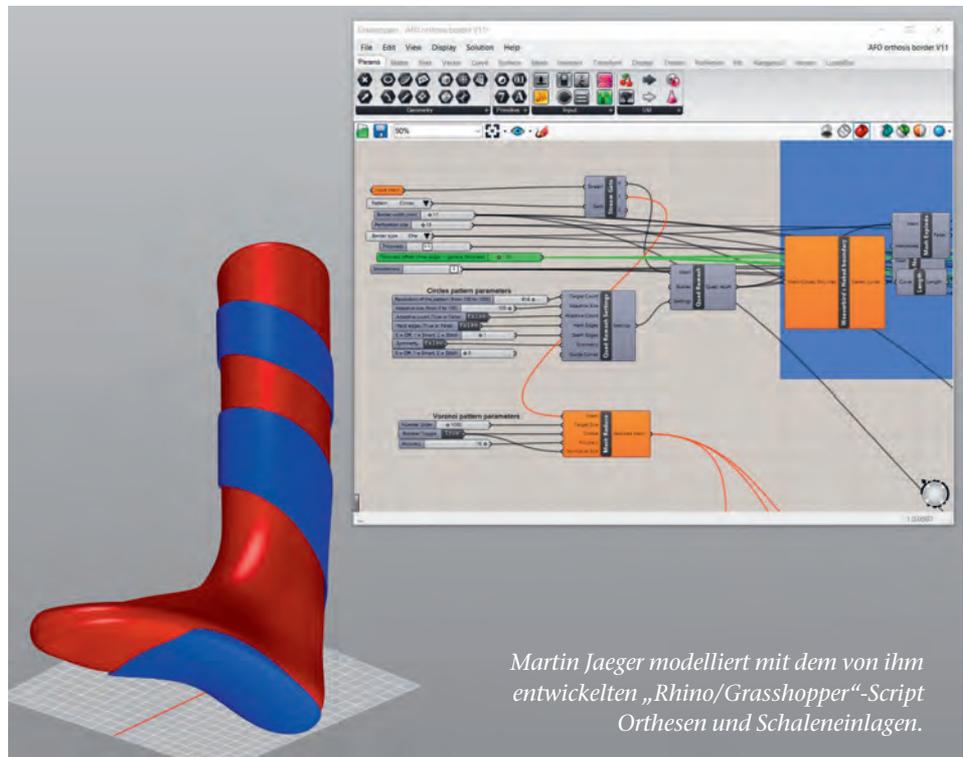
**Jaeger:** Es heißt, in der OST und OT versuchen derzeit Firmen mit viel Geld – insbesondere im europäischen Ausland – Sanitätshäuser aufzukaufen und zu Ketten zusammenzufassen. Die setzen auch auf das Thema Technologie. Was genau das für die Einzelbetriebe bedeutet, kann ich nicht sagen. Schuhe direkt aus dem 3D-Drucker – auch das Thema wird angegangen. Ich selbst bin in ein solches Projekt eingebunden. Nicht nur die Orthopädienschuhmacher:innen verfolgen dieses Ziel, sondern vor allem die Sportschuhindustrie. Es gibt auch Bestrebungen, das Modellieren mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz zu automatisieren, der Technik das beizubringen, was die Schuhmacher:innen können. Ob das möglich ist? Man wird es sehen. Der Markt bleibt auf jeden Fall dynamisch.

*OT: Wäre KI in der Branche wünschenswert?*

**Jaeger:** Für die Versorgungsqualität wäre das mit Sicherheit nicht von Vorteil, aber für den Preis. Und wenn die Krankenkassen mitbekommen, dass es Anbieter gibt, die sowas auch nur versprechen, dann kann das negative Auswirkungen haben. Bisher haben die Innungen und Krankenkassen versucht, die Fahne für die Versorgungsqualität und wohnortnahe Versorgung hochzuhalten, aber ob das in Zeiten, in denen jede:r einen 3D-Scanner in der Tasche hat, weiterhin gelingen kann, ist fraglich.

*OT: Ist die Digitalisierung also eine Bedrohung für die Versorgungsqualität?*

**Jaeger:** Wenn die Branche einfach nur abwartet, dann kann es durchaus sein, dass uns große Firmen mit neuen Technologien und gutem Marketing Versorgungsleistungen wie Einlagen – zumindest einfache, keine komplexen – aus der Hand nehmen. Zahlreiche Firmen arbeiten derzeit an unterschiedlichsten Lösungen. Ob sie es hinbekommen? Keine Ahnung. Am Ende müssen die Schuhmacher:innen



*Martin Jaeger modelliert mit dem von ihm entwickelten „Rhino/Grasshopper“-Script Orthesen und Schaleneinlagen.*

Foto: TransZlorm

besser sein. Wichtig ist es, dass sich die Branche mit dem Thema Digitalisierung auseinandersetzt. Wenn sie es verdrängt, dann wird der Markt das tun, was er mit Geschäftsmodellen tut, die nicht mehr zeitgemäß sind. Unternehmerische Qualitäten waren gefragt und werden weiterhin gefragt sein.

*OT: Nachhaltigkeit spielt in allen Lebensbereichen eine immer größere Rolle. Passt das mit der Digitalisierung zusammen?*

**Jaeger:** Da bin ich gespalten. Einige Materialien, die ich verarbeite, sind recyclebar. Andere sind es dagegen gar nicht, zum Beispiel gedruckte Resine. Das Thema Nachhaltigkeit spielt in der Branche aber grundsätzlich eine große Rolle. Alle Hersteller arbeiten an Lösungen. Und das wird nicht nur die Additive Fertigung, sondern auch die klassische Schuhtechnik betreffen. Denn die Materialien werden sowohl als Druck- als auch als thermoplastisch verformbares Plattenmaterial angeboten werden. Was man zu Anfang bedenken sollte: Man macht natürlich Fehldrucke und muss viel wegschmeißen. Wenn man den Prozess aber beherrscht, spart man jede Menge Müll.

*OT: Gibt es Materialien, in denen Sie Potenzial im Hinblick auf Nachhaltigkeit sehen?*

**Jaeger:** Vor einigen Wochen habe ich das erste Mal eine 20mm-EVA-Platte in der Hand gehabt, hergestellt aus Algen. Die Eiweiße wurden so verarbeitet, dass sie vernetzt und daraus ein Schaummaterial hergestellt wurde, das CNC-gefräst werden kann. Es gibt auch Materialien, die auf Milchsäure aufbauen. Es ist also weiterhin viel Bewegung in der Branche.

*Die Fragen stellte Pia Engelbrecht.*

## Prävention zahlt sich aus

Millionen von Sportler:innen sind eine riesige Zielgruppe, die bisher nicht von allen OST- und OT-Betrieben adressiert wird. Wie Häuser diese besondere Klientel über das Thema Verletzungsprävention für sich gewinnen können, erläutern im Gespräch mit der OT-Redaktion Felix Peste, Leiter Marketing & Vertrieb sowie Mitglied der Geschäftsleitung, und der Leiter Orthopädietechnik und Orthopädieschuhtechnik, Marko Gänsel. Beide arbeiten bei „Seeger – Das Gesundheitshaus“ in Berlin.

*OT: Ab wann und wie hat sich Ihr Haus im Bereich Verletzungsprävention aufgestellt?*

**Marko Gänsel:** Wir sind in dem Bereich vielfältig aufgestellt. Zum einen haben wir eine Eigenmarke mit Bandagen für Freizeit- und Breitensportler:innen entwickelt, die seit 2012 auf dem Markt ist. Unsere komplette Orthopädi-Schuhtechnik (OST) inklusive der Einlagenversorgung ist seit acht Jahren digital aufgestellt. Anfangs mit einer Paromed-Fräse und dem Rothballer-Messsystem. Da wir aber alle unsere 65 Filialen noch besser vernetzen wollten, um an allen Standorten die gleichen Leistungen anbieten zu können, haben wir den OST-Bereich vor zwei Jahren nochmal neu überarbeitet und stark investiert. Jetzt verfügen wir über eine Art „eierlegende Wollmilchsau“.

*OT: Welche Technik nutzen Sie im Lauflabor?*

**Felix Peste:** Unser Lauflabor umfasst drei Möglichkeiten: eine statische und dynamische Fußdruckmessung, eine dynamische Beinachsenvermessung sowie eine dynamische Wirbelsäulenvermessung – alles berührungs- und strahlungsfrei. Ziel der statischen und dynamischen Fußdruckmessung ist, eine Verbesserung von Fußgesundheit, Körperbalance und Laufstabilität zu erreichen. Das druck-

sensible Laufband analysiert Abrollvorgang, Gangsymmetrie und alle wirkenden Kräfte. Dysfunktionen oder Fußfehlstellungen werden entdeckt, Bewegungsfehler erkannt. Das sind die wichtigsten Voraussetzungen für hochindividuelle Einlagen und weitere Empfehlungen.

Die dynamische Beinachsenvermessung erlaubt eine Laufanalyse aus allen Perspektiven. Während sich die Kund:innen fortbewegen, filmen die Kameras ihren Gang von hinten und von der Seite. Vorher aufgebrachte Lichtmarker ermöglichen eine extensive Computeranalyse, die Gangstörungen, Längendifferenzen und viele weitere Eigenheiten offenbart, die essenzielles Know-how für Schuhauswahl und Lauftechnik sind. Ziel der dynamischen Beinachsenvermessung ist ein gesundes, performantes, schmerzfreies Laufen.

*OT: Wie hoch nehmen Sie die Bereitschaft jüngerer Menschen wahr, Geld für Präventionsangebote auszugeben?*

**Gänsel:** Ehrlich gesagt, sehr hoch. All das sind keine Kassenleistungen. Die Kosten müssen von Kund:innen persönlich getragen werden. Ich sehe es an mir selbst. Ich bin begeisterter Radrennfahrer und habe gerade erst mehrere Hundert Euro beim Bikecoaching ausgegeben. Selbstoptimierung ist der Trend unter den jungen Menschen, egal ob sie einmal die Woche eine kleine Runde joggen oder fünfmal ihre Sportart trainieren. Analyse, Beratung, Ausrüstung oder Hilfsmittel und Trainingspläne – all das bieten wir für die Selbstoptimierung.

*Die Fragen stellte Ruth Justen.*

Das komplette Interview ist im Fachmagazin ORTHOPÄDIE TECHNIK in der Ausgabe 03/2022 erschienen und auf [360-ot.de](http://360-ot.de) über den QR-Code abrufbar.



## SCHEINWORKS morph

Eine neuentwickelte Software.

Individuelle Einlagenrohlinge und Zehenstegsandalen digital gestalten!



Wir helfen

# Kompetenzzentrum Orthopädieschuhtechnik: Fortschritt durch Forschung und Ausbildung

*Dr. Annette Kerkhoff  
ist Projektleiterin des  
Komzet O.S.T.*



„Es ist etwas nahezu Einmaliges, dass für eine relativ kleine Branche wie die Orthopädie-Schuhtechnik ein Kompetenzzentrum genehmigt worden ist, das zwar ein Zentrum ist, aber über drei Standorte mit drei unterschiedlichen Schwerpunkten verfügt“, betont Dr. Annette Kerkhoff. Im Gespräch mit der OT-Redaktion erläutert die Projektleiterin des Kompetenzzentrums Orthopädieschuhtechnik (Komzet O.S.T.) die Hintergründe, gibt Einblick in die Projekte und zieht ein erstes Fazit.

Im Oktober 2020 ging mit Langen der erste Standort an den Start, im Januar und März 2021 folgten Siebenlehn und Hannover. Drei Standorte, ein Zentrum: Die Entscheidung dafür fiel aus gutem Grund: „Die Meisterschulen sind relativ klein, haben dementsprechend wenige Schüler:innen und Seminarteilnehmer:innen. Für einen Standort wäre die Kapazität nicht groß genug gewesen“, berichtet Kerkhoff. „Durch die drei Schulstandorte haben wir nun – entsprechend der Förderrichtlinien des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle – eine deutlich höhere Anzahl an Teilnehmer:innen, die von den Angeboten profitieren können. Zudem war es eine gemeinsame Entscheidung, die Aus- und Weiterbildung zu verbessern.“

Das Komzet O.S.T. versteht sich als Sprachrohr der Orthopädie-Schuhtechnik und hat sich zum Ziel gesetzt, die Branche zu sichern und auszubauen – insbesondere durch die Stärkung von Forschung sowie durch Technologie- und Wissenstransfer für die Aus- und Weiterbildung. „Wir schauen zum Beispiel: Wo sind Defizite in den Seminarangeboten, in den Meistervorbereitungskursen oder in den Überbetrieblichen Lehrlingsunterweisungen? Gibt es didaktisch andere Möglichkeiten zu arbeiten? Braucht es weitere Lerninhalte?“, berichtet Kerkhoff aus der Projektarbeit. Die Corona-Pandemie habe deutlich gemacht, wie bedeutsam das Thema E-Learning ist. „Es ist wichtig, die Lehrmethoden den sich stetig ändernden Lernbedürfnissen anzupassen.“ Gemeinsam mit dem Verein zur Förderung des Forschungs- und Bildungsmanagements für die Orthopädieschuhtechnik in Deutschland (Bifo e.V.) soll zudem die Forschung im Bereich OST vorangetrieben werden. „Wir haben vieles in den vergangenen Jahren richtig

gemacht, aber oft fehlt der wissenschaftliche Nachweis“, sagt Kerkhoff. „Wie wichtig das ist, sieht man derzeit zum Beispiel bei den sensomotorischen Einlagen, die genau aus dem Grund nicht ins Hilfsmittelverzeichnis aufgenommen werden. Wir wollen mehr Forschung betreiben, so dass wir evidenzbasierter versorgen und der Branche mehr Sicherheit geben können.“

## Drei Standorte – drei Schwerpunkte

Die drei Standorte arbeiten an unterschiedlichen Themenschwerpunkten, einige Projekte werden auch übergreifend angegangen. Im Fokus in Siebenlehn, an der Meisterschule Orthopädie-Schuhtechnik (MSS), stehen „Innovative Konstruktion und Fertigung“. In den vergangenen Monaten wurde ein Seminar im Bereich 3D-Druck und -Scan entwickelt, das im November 2022 als erster Pilotkurs an den Start geht. „Das Interesse an der Technologie ist groß, aber viele Firmen sind verunsichert, wofür sie genutzt werden kann, welche Vorteile sie bringt. Durch das Schulungsangebot möchten wir Firmen eine Möglichkeit geben, sich zu informieren, um dann entscheiden zu können, ob die Technologie für sie sinnvoll ist oder nicht – und sie auch in der Benutzung der verschiedenen Systeme schulen. Wir sehen uns hier auch als unabhängigen Berater.“ Während im Onlinekurs die Grundlagen der 3D-Technik in der Theorie im Fokus stehen, gehen die Teilnehmer:innen im Präsenzkurs das Thema praktisch an, können vor Ort mit unterschiedlichen Druckern und unterschiedlicher Software arbeiten. Künftig soll das Seminar regelmäßig angeboten werden. Die Erfahrungen und das Feedback aus dem Pilotkurs werden zeigen, ob und wo Anpassungen notwendig sind.

Schwerpunkt in Langen, Bildungszentrum für Orthopädie-Schuhtechnik Südwest (B-O-S-S), ist „Management und Führung“. Dort wurde u. a. eine E-Learning-Plattform realisiert, die die Meisterschule in Langen bereits zur Planung der Meistervorbereitungskurse nutzt. Auch die anderen Standorte sollen damit künftig arbeiten können. Zudem soll die Plattform für Seminare – wie das in Sieben-

lehn erarbeitete 3D-Druck-Seminar – sowie für Überbetriebliche Lehrlingsunterweisungen genutzt werden. „Es geht nicht darum Präsenzveranstaltungen zu ersetzen. Das ist im Handwerk auch nicht sinnvoll“, stellt Kerkhoff klar. „Durch diese Plattform können Materialien jedoch unterstützend zur Verfügung gestellt und das lebenslange Lernen gefördert werden.“ Geplant ist auch ein Zugang für Betriebe, die die Möglichkeit bekommen, sich für einen geringen Betrag informieren und beraten zu lassen. „Ziel ist es, die Plattform nicht nur den Meisterschulen, sondern der gesamten Branche – der OST und OT – zugänglich zu machen“, betont Kerkhoff.

„Moderne Befundung und praxisrelevante Analytik“ lautet der Schwerpunkt in Hannover an der Bundesfachschule für Orthopädie-Schuhtechnik (BFO). Wie können künftig an der Meisterschule erworbene Kompetenzen auf ein Hochschulstudium angerechnet werden? Daran arbeitet das Projektteam gemeinsam mit der Fachhochschule Münster und der Hochschule Kaiserslautern. Als Grundlage dafür dient ein Vergleich der Lehrinhalte der Meisterschulen mit denen der Hochschulen. Ziel ist es, die Übergänge von beruflicher zu akademischer Bildung durchlässiger zu gestalten und dem Nachwuchs in der OST weitere Karrierewege zu eröffnen. Zudem werden im Bereich Ganganalyse ein Handlungsleitfaden für die Branche und entsprechende Seminarangebote entwickelt. Um die Inhalte auch praktisch zu vermitteln, entsteht in Hannover derzeit ein Bewegungs- und Haltungsanalyiselabor, so wie es auch in OST-Betrieben zu finden ist.

## Viele Schnittmengen von OST und OT

Kann auch die Orthopädie-Technik vom Kompetenzzentrum profitieren? „Gerade im Bereich Bewegungsanalyse und im Bereich Management und Führung gibt es viele Schnittmengen mit der OT. Oder auch im Bereich 3D-Druck. Der Druck von Einlagen ist für die OT genauso interessant wie für die OST“, findet Kerkhoff. Daher könnten auch die vom Komzet entwickelten Seminare im Bereich 3D-Druck und 3D-Scan für die Branche interessant sein. „Wobei die OT im Bereich 3D-Druck von Orthesen vielleicht schon etwas weiter ist. Insofern ist es in diesem Bereich vielleicht eher umgekehrt – und die OST kann von der OT profitieren.“

Mit Blick auf die vergangenen Monate zieht Kerkhoff ein positives Fazit. „Ich bin begeistert, wie gut es uns gelingt, weit entfernt über drei Standorte zusammenzuarbeiten und auch über den Meisterschulverband hinaus aktiv und in der Branche sichtbar zu werden. Ich hoffe, es wird deutlich, dass wir uns nicht nur explizit für die drei Berufsbildungsstätten stark machen, sondern davon losgelöst für die gesamte Branche“, betont sie und spielt dabei u. a. auf die „Versorgungswelt Einlagen“ auf der OTWorld 2022 an,

an dessen Konzeption das Komzet O.S.T. maßgeblich mitwirkte. Und: Derzeit wird gemeinsam mit der Studiengemeinschaft Orthopädieschuhtechnik Hannover e. V., der Bundesfachschule für Orthopädie-Schuhtechnik Hannover und Jürgen Stumpf (ARGE PG08) ein Versorgungsstandard in der orthopädischen Einlagenversorgung erarbeitet, der demnächst veröffentlicht werden soll – ein Leitfaden also für die gesamte Branche. Kerkhoff appelliert an Institutionen und Betriebe, sich mit weiteren Ideen einzubringen und in den gemeinsamen Austausch zu gehen. „Ich wünsche mir, dass wir am Ende des Förderzeitraums alle Projekte zielführend abgeschlossen und das Angebot erweitert haben und dass wir Forschungsprojekte generieren können, über die wir uns teilweise finanzieren können. Und ich hoffe, dass wir zusätzlich neue Ideen entwickeln und Leitprojekte haben, die förderwürdig sind.“

Das Kompetenzzentrum Orthopädieschuhtechnik wird aus Mitteln des Landes Hessen, des Landes Sachsen, des Landes Niedersachsen sowie durch die Bundesrepublik Deutschland mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gefördert. Der von den drei Schulen zu tragende Eigenanteil liegt je nach Landesförderung zwischen 25 und 30 Prozent. Das Komzet O.S.T. wird zusätzlich vom Bifo e.V. finanziell unterstützt. Die Gesamtkosten zur Entwicklung des Kompetenzzentrums an den drei Standorten liegen bei ca. 2,1 Millionen Euro.

*Pia Engelbrecht*

### Das sind die Förderer des Kompetenzzentrums Orthopädieschuhtechnik:



Fotos [2]: Komzet O.S.T.

N. Grabowski, T. Sprekelmeyer, M. Altenhöfer, A. Brunk, K. Peikenkamp

# Die Belastung des Fußes beim Gehen mit und ohne sensorische Fußorthese (SMFO) bei einem Knick-Senkfuß

Eine vergleichende Messung der Biege- und Torsionsmomente sowie der plantaren Druckverteilung

Loading of a Pes Valgus Foot during Walking with and without a Sensomotoric Foot Orthosis (SMFO)

Comparative Measurement of Bending and Torsional Loads and Plantar Pressure

Diese Studie untersucht die Auswirkungen sensorisch wirkender Fußorthesen (SMFO) auf die Belastung des Knick-Senkfußes beim Gehen. Sowohl die plantare Druckverteilung als auch die Biege- und Torsionsbelastung wurden untersucht. Durch die Fußorthese kommt es in der mittleren Standphase zur Änderung der Rotationsrichtung am Metatarsophalangealgelenk I (MTP I) und am distalen Interphalangealgelenk V (DIP V). Durch die innenrotierten MTP I und MTP V sowie das in Neutralstellung befindliche DIP I zeigt sich eine dynamische Aufrichtung des Längsgewölbes. Da sich die Rotation an der Ferse und am MTP V während dieser Gangphase nicht verändert, kann von einer Korrektur der Valgusstellung des Rückfußes ausgegangen werden.

**Schlüsselwörter:** sensorisch wirkende Fußorthesen, Knick-Senkfuß, Torsionsveränderung

This study examines the effect of a sensorimotoric foot orthosis (SMFO) on loading of the pes valgus foot during walking. The plantar pressure distribution and the bending and torsional load were analysed. In the mid-stance phase, the foot orthosis causes a change in the direction of rotation at metatarsophalangeal

joint one (MTP I) and at distal interphalangeal joint five (DIP V). The internal rotation of MTP I and MTP V and the neutral position of DIP I result in dynamic straightening of the longitudinal arch. Since the heel rotation and the MTP V do not change during this gait phase, a correction in the valgus position of the hindfoot can be assumed.

**Key words:** sensorimotoric foot orthosis, pes valgus, change of torsional load

## Einleitung

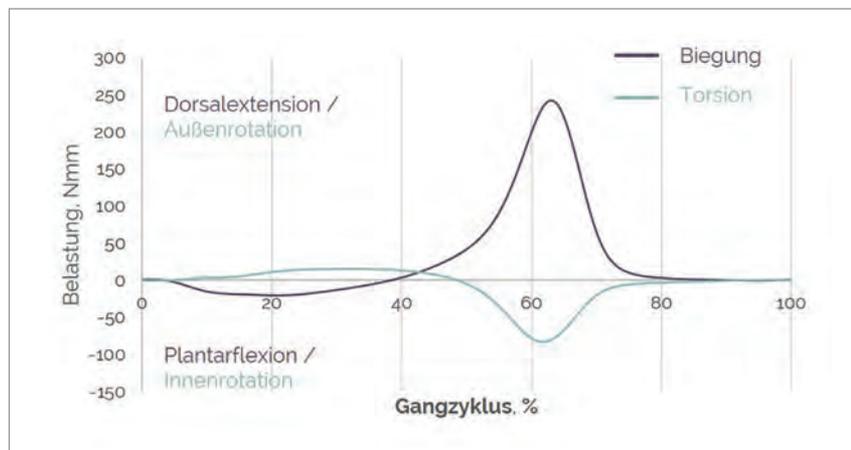
Diese Studie wurde als Gemeinschaftsarbeit mit Teilnehmern aus Industrie, Wissenschaft und Handwerk durchgeführt. Sie ist eine Zusammenarbeit der vebitosolution GmbH, des Labors für Biomechanik der Fachhochschule Münster und der Orthopädie-Schuh-technik Sprekelmeyer GmbH in Os-nabrück. Ziel war es, den Einfluss sensorischer Fußorthesen (SMFO) auf die Belastung des Fußes zu messen. Es sollte festgestellt werden, ob SMFO einen positiven Einfluss auf die Belastung des Fußes beim Gehen haben. Die Indikationsstellung war der Knick-Senkfuß, unter dem die Probanden – meist beidseits – litten.

Der Knick-Senkfuß ist durch eine Kombination aus abgeflachter, me-

dialer Längswölbung (Senkfuß) und valgusierter Fersenbeinstellung (Knickfuß) gekennzeichnet. Berührt die Längswölbung bei Belastung ganz den Boden, spricht man von einem Knick-Plattfuß. Kippt der Calcaneus unter Last in die Valgusstellung, rotiert der Talus nach medial und rutscht nach plantar. Dadurch flacht die Längswölbung ab, und der Vorfuß abduziert. Gleichzeitig dreht der Unterschenkel durch die enge Verbindung mit dem Talus im OSG (um die Vertikalachse) nach innen. Häufig ist zusätzlich eine Supination und Dorsalextension des Metatarsophalangealgelenks I zu beobachten [1]. Bestehen diese Effekte auch in unbelastetem Zustand und lassen sie sich auch manuell nicht korrigieren, spricht man von einem kontrakten Knick-/Senkfuß und/oder Plattfuß. Senkfuß und Knickfuß können allerdings auch weitgehend isoliert voneinander existieren [1]. Der Knick-Senkfuß kann mit verschiedenen Methoden therapiert werden. Die am weitesten verbreitete Methode ist die Therapie mit Einlagen; er wird aber auch begleitend mit Bandagen behandelt, die eine spiraldynamische Eigenschaft besitzen sollen. Schließlich kommen auch physiotherapeutische Konzepte zum Einsatz. Dabei wird meist die Spiraldynamik von Larsen angewendet [2, 3].

Die Therapie mit orthopädischen Einlagen verfolgt unterschiedliche Ziele. Allgemein werden die Aufgaben von Einlagen als „Stützen“, „Führen“ und „Betten“ beschrieben. Diese Einlagenformen, die als klassische Einlagen in der Festbetragsregelung der PG 08 gelistet sind, wirken im Allgemeinen als passives Hilfsmittel auf den Fuß [1]. Mit den sensomotorisch wirkenden Einlagen, die das Ergebnis einer konsequenten Weiterentwicklung der Versorgungsmethode sind, indem sie Kenntnisse der Neurophysiologie und eines physiotherapeutischen Behandlungskonzeptes enthalten, kann die Muskulatur stimuliert oder inhibiert werden. Sensomotorische Einlagen sollen – per gezielter Manipulation des Fußes als sensorisches Organ – eine Reaktion der Bewegungssteuerung provozieren. Dieses Ziel soll sowohl durch eine Umorientierung der Rückfußstellung als auch durch eine direkte Beeinflussung plantarer myofaszialer Strukturen im Mittel- und Vorfuß verfolgt werden [4]. Sensomotorische Einlagen, auch „sensomotorisch wirkende Fußorthesen“ genannt, verfügen über Druckpolster, sogenannte Pelotten, die verschiedene Aufgaben übernehmen: Die mediale Pelotte korrigiert den Rückfuß aus einer Valgusstellung und richtet das Fersenbein aus seiner Pronation auf. Die Orthese wirkt am Scheitelpunkt der Pelotte, dem höchsten Punkt, unterhalb des Sustentaculum tali.

Durch die Modellierung dieser Pelotte sollen negative Beeinflussungen auf das Talonavikulargelenk und auf das Kuneonavikulargelenk ausgeschlossen werden. Durch die ständige Wiederholung in der Bewegung soll die medial stabilisierende Muskulatur trainiert werden. Die laterale Pelotte dient im Falle des Knick-Senkfußes als Widerlager und stabilisiert den Rückfuß. Die retrokapitale Pelotte fungiert als Stufe und verläuft direkt hinter den Metatarsophalangealgelenken II bis IV. Sie dient als mechanisches Widerlager im Vorfuß und soll bei funktionell beweglichen Rückfüßen eine Spannungszunahme auf die kurze plantare Fußmuskulatur gewähren. Dabei ist eine genaue Anpassung an den Fuß notwendig, da keinerlei Muskelbäuche oder gar die Mittelfußköpfchen einem Druck ausgesetzt werden sollen. Durch diese Vordehnung der kleinen Fußbeuger lässt sich eine zen-



**Abb. 1** Typischer Verlauf der Biege- und Torsionsbelastungen am Metatarsophalangealgelenk I (MTP I). Die helle Kurve beschreibt den Verlauf der Torsionsbelastung, die dunkle Kurve den der Biegebelastung über den gesamten Gangzyklus.

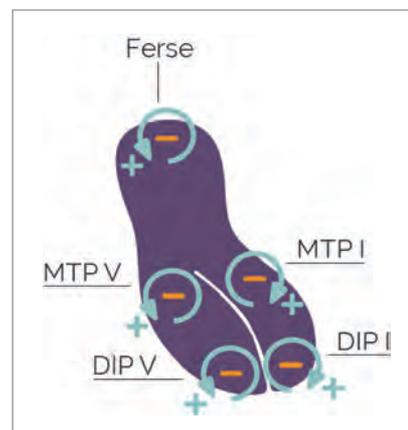
tralnervöse Antwort im Sinne einer Spannungsreduktion beobachten. Über myofasziale Verbindungslinien wird dieser Effekt vom M. triceps surae über die Ischiocruralmuskeln bis hin zum M. erector spinae erwartet [4]. In der hier vorgestellten Untersuchung wurden sensomotorisch wirkende Einlagen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Belastung des Fußes beim Gehen untersucht.

## Methodik

An der Studie nahmen 25 Personen (17 weiblich, 8 männlich) zwischen 15 und 50 Jahren mit Knick-Senkfuß teil. Sie wurden beidseits mit sensomotorischen Einlagen versorgt und mit den Messsystemen „vebitoSCIENCE“ (vebitosolution GmbH, Steinfurt) und den Druckmesssohlen von Medilogic (T&T Medilogic Medizintechnik GmbH, Schönefeld) vermessen. Über das Messsystem „vebitoSCIENCE“ wurden die Biege- und Torsionsmomente (Nmm) an den Metatarsophalangealgelenken I und V (MTP I und MTP V), an den Interphalangealgelenken I und V (DIP I und DIP V) sowie an der Ferse ermittelt. Da diese Momente ursächlich für Belastungen am Fuß sind, wird im Folgenden von Biege- und Torsionsbelastungen (Nmm) gesprochen. Mittels der Druckmesssohlen wurde die plantare Druckverteilung untersucht. Für die Auswertung der Druckverteilung (N/cm<sup>2</sup>) wurden die Ergebnisse für den Gesamtfuß, den Mittelfuß sowie den

Innen- und Außenbereich jeweils getrennt voneinander untersucht.

Das „vebitoSCIENCE“-System enthält fünf Messareale, die jeweils die Biege- und die Torsionsbelastung, die auf das Innensohlenmesssystem und respektive auf den Fuß wirken, messen. Sowohl die Biege- als auch die Torsionsbelastung können in zwei unterschiedlichen Richtungen auftreten; die Biegebelastung kann entweder eine Belastung im Sinne einer Plantarflexion oder einer Dorsalextension sein. An der Ferse ist nicht mit einer Belastung im Sinne einer Plantarflexion zu rechnen; die Messareale im Vorfuß zeigen hingegen häufig innerhalb eines Gangzyklus das Auftreten bei-



**Abb. 2** Definition der Drehrichtungen der Torsionsbelastung. Negative Werte entsprechen einer Innenrotation, positive Werte einer Außenrotation. Modifiziert nach [5].

der Belastungsrichtungen. Abbildung 1 zeigt einen typischen Verlauf der Biegebelastung unter dem MTP I. Positive Werte entsprechen hierbei einer Dorsalextensionsbelastung, negative Werte einer Plantarflexionsbelastung. Für beide Belastungsrichtungen kann ein Maximum bestimmt werden. Die Differenz zwischen diesen beiden Maxima entspricht dem sogenannten Range – er spiegelt u. a. das gesamte Bewegungsausmaß wider.

Die Torsionsbelastung ist in Form einer Innen- oder einer Außenrotation möglich. Bezugsachse für die Messareale im Vorfuß ist die Fußmittellachse und für die Fersenmessstelle die Körpermittellachse. Die sich daraus ergebenden Definitionen der Drehrichtungen sind in Abbildung 2 dargestellt. Negative Werte entsprechen dabei einer Innenrotation, positive Werte einer Außenrotation – jeweils darauf bezogen, wie sich der Vorfuß zum Rückfuß verdreht. Das Innensohlenmesssystem „vebitoSCIENCE“ misst mit 200 Hz und einer Auflösung von 16 Bit. Die Datenübertragung an einen Rechner mit Bediensoftware erfolgte mittels WLAN. Die aufgenommenen Schritte wurden auf 100 % des Gangzyklus normiert und gemittelt. Das Innensohlenmesssystem „medilogic“ zur Erfassung der plantaren Druckbelastung wurde mit 50 Hz betrieben. Die Datenübertragung erfolgte per Funk an die entsprechende Software. Mit Hilfe der Bediensoftware wurden die aufgenommenen Schritte gemittelt und auf 100 % Gangzyklus normiert. Dies erfolgte sowohl für den Durchschnittsdruck über den gesamten Fuß als auch für einzelne Fußareale. Ausgewählt wurden hierfür der Mittelfuß sowie der innere und der äußere Fuß-

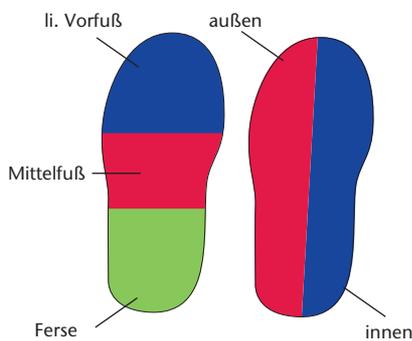


Abb. 3 Zoneneinteilung für die Druckauswertung [6].

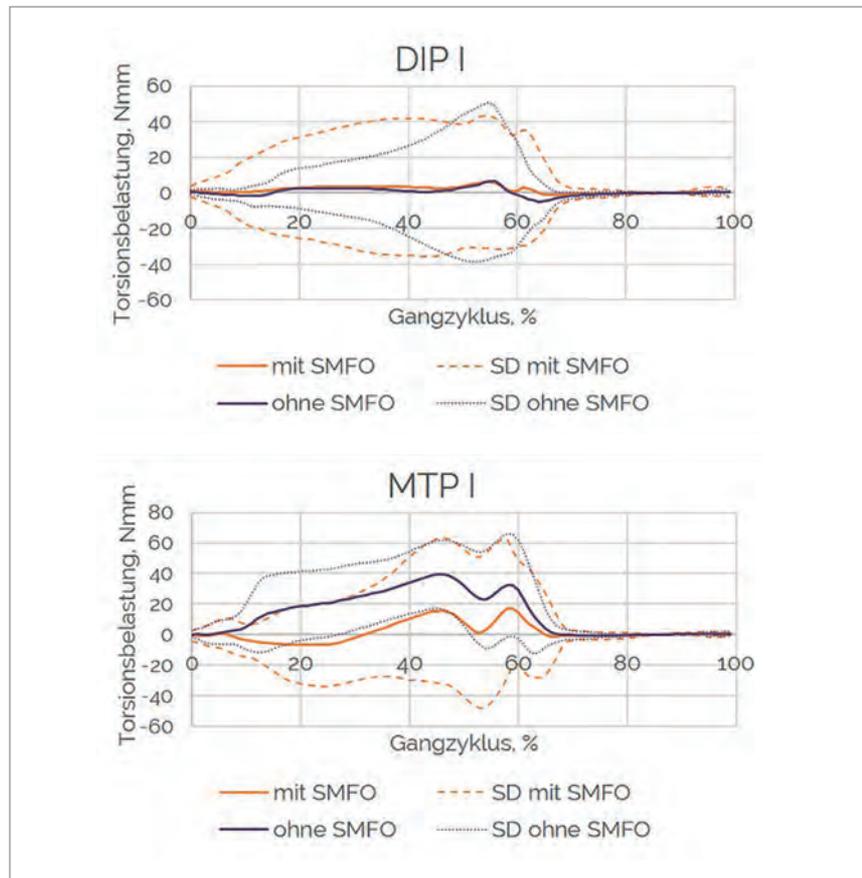


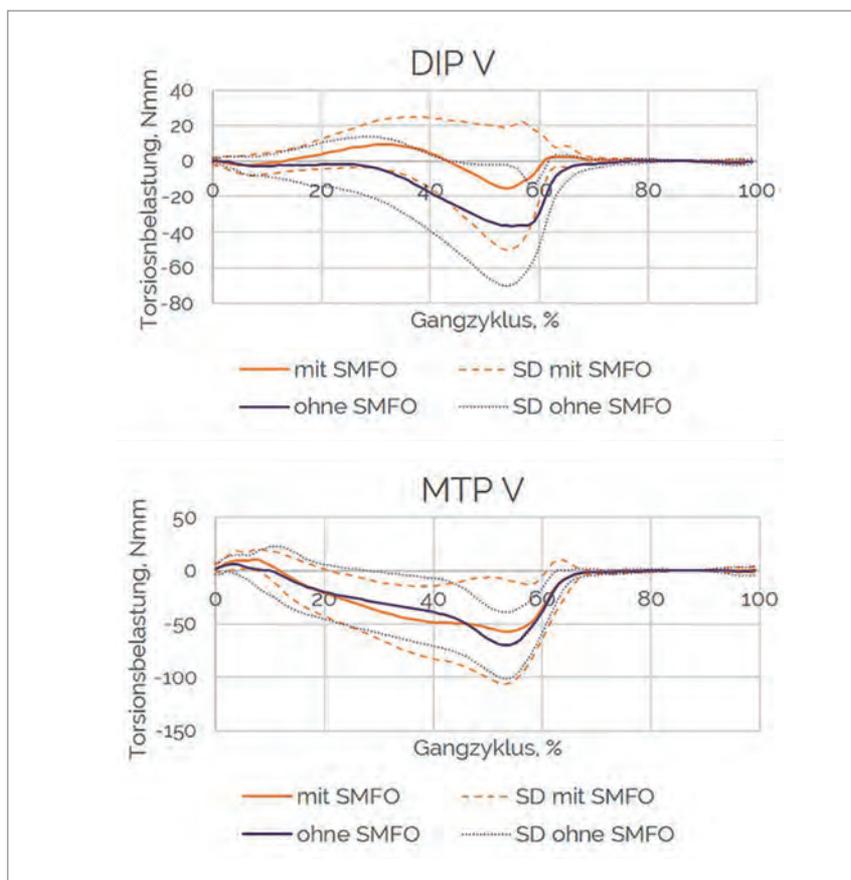
Abb. 4a Verläufe der Torsionsbelastung des rechten Vorfußes mit und ohne SMFO.

bereich. Die Aufteilung der Fußareale ist in Abbildung 3 dargestellt.

Die Probanden wurden jeweils einmal mit und einmal ohne SMFO beim Gehen auf freier Strecke vermessen, wobei die sensomotorischen Fußorthesen individuell an jeden Probanden angepasst wurden. Die Versorgung erfolgte beidseits in den eigenen Schuhen der Probanden. Alle Einlagen waren mit einer medialen und einer lateralen Pelotte, einer retrokapitalen Erhöhung und einem Zehensteg ausgestattet. Zwischen den beiden Messbedingungen wurden die Unterschiede für den maximalen Druck in den einzelnen Fußbereichen, die maximale Plantarflexion, die maximale Dorsalextension, die maximale Innen- und Außenrotation sowie der Range der Biege- und Torsionsbelastung untersucht. Ausgewertet wurden nur ganzheitliche Datensätze mit mindestens zwei vollständig aufgenommenen Schritten. Somit ergab sich eine Anzahl von 16 auswertbaren Probanden für die Biege- und Tor-

sionsanalyse und von 8 auswertbaren Probanden für die plantare Druckverteilung. Die Untersuchung auf Unterschied wurde bei den Biege- und Torsionsdaten bei gegebener Normalverteilung mittels t-Test, ansonsten mittels Wilcoxon-Test (Alpha = 0,05) durchgeführt. Die Druckdaten wurden aufgrund des geringen Stichprobenumfangs ausschließlich mittels Wilcoxon-Test analysiert.

Die Belastungsverläufe der Torsion an MTP I und DIP V wurden darüber hinaus auf Unterschiede in ihrer Charakteristik zwischen den beiden Bedingungen betrachtet. Dazu wurden die einzelnen Zeitpunkte des Gangzyklus zwischen den Bedingungen mit und ohne Versorgung mittels t-Test (Alpha = 0,05) untersucht. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass die Unabhängigkeit aufeinander folgender Zeitpunkte im Schrittzyklus vorausgesetzt wird, was sie aus Sicht der Bewegungslehre nicht sind. Um diesem Fehler gerecht zu werden, werden nur jene Ergebnisse als statistisch



**Abb. 4b** Positive Werte entsprechen einer Außenrotation, negative Werte einer Innenrotation.

abgesichert betrachtet, bei denen mindestens 10 aufeinanderfolgende Zeitpunkte ein signifikantes Ergebnis im t-Test zeigen. Einzelne Punkte, die mittels t-Test als signifikant verschieden angezeigt werden, werden im Zusammenhang des gesamten Schrittzyklus nicht als relevant betrachtet.

## Ergebnisse

Die Biegebelastung zeigt an allen Messstellen ähnliche Verläufe für die beiden untersuchten Bedingungen. Signifikante Unterschiede ergeben sich nie an beiden Füßen, sodass darauf verzichtet wird, weiter auf die Ergebnisse der Biegebelastung einzugehen. Die Auswertung der Torsionsbelastung ergab, dass die maximale Außenrotation am Metatarsophalangealgelenk I (MTP I) mit Fußorthese signifikant verringert und die maximale Innenrotation an diesem Gelenk signifikant erhöht ist. Außerdem zeigt sich, dass die maximale Außenrotation am DIP V mit SMFO si-

gnifikant erhöht und die maximale Innenrotation an diesem Gelenk verringert ist. Abbildung 4a und b zeigen die Mittelwertkurven und die Standardabweichungen der Torsionsbelastung des rechten Vorfußes. Dabei wird deutlich, dass die Mittelwertkurve am MTP I ohne Versorgung keine bzw. nur eine minimale Innenrotation aufweist, der mittlere Belastungsverlauf mit Versorgung in der mittleren Standphase (zwischen 8 % und 27 % Gangzyklus) jedoch eine deutliche Innenrotation zeigt. Danach wechselt die Torsionsrichtung, sodass zwischen ca. 30 % und 70 % Gangzyklus (GZ) unter beiden Bedingungen eine Belastung im Sinne einer Außenrotation am MTP I vorliegt.

Das DIP I zeigt in der mittleren Standphase kaum eine Veränderung und weist insgesamt nur sehr geringe Torsionsbelastungen auf. Am lateralen Strang kehrt sich etwas zeitverzögert zum MTP I die Torsionsrichtung am distalen Interphalangealgelenk V (DIP V) um. Dort wird mit Versor-

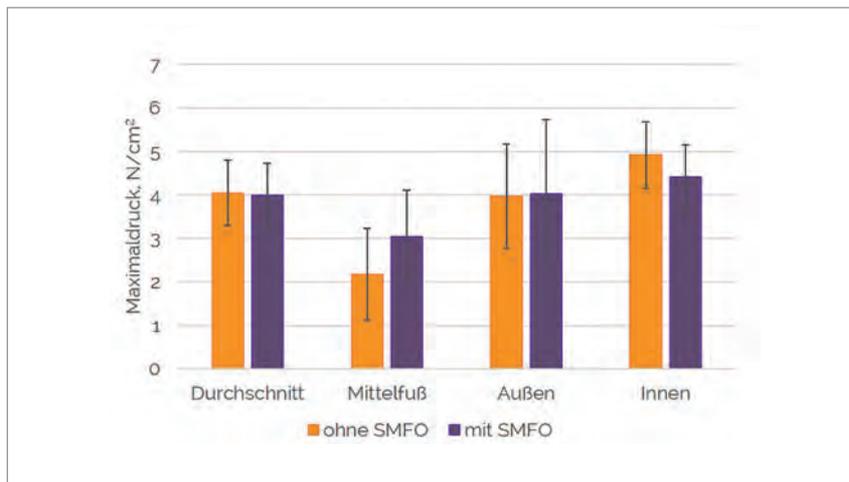
gung eine Außenrotation erreicht, die ohne Versorgung nicht auftritt. Das Metatarsophalangealgelenk V erfährt hingegen kaum eine Veränderung durch die Versorgung während dieses Zeitraums. Während sich das DIP V mit der Versorgung in einer Außenrotation befindet, erfährt das MTP V eine Innenrotation. Es kommt also während der mittleren Standphase zu einer Verwindung innerhalb des lateralen Strahls.

Dass sich nicht nur die Maxima, sondern auch die Verläufe der Torsionsbelastung am MTP I und am DIP V mit und ohne SMFO signifikant unterscheiden, konnte anhand der Untersuchung auf Unterschied über die einzelnen Zeitpunkte nachgewiesen werden. Die Verläufe am MTP I und am DIP V zeigen in den Zeitfenstern, in denen sich die Rotation aufgrund der SMFO umkehrt, signifikante Unterschiede.

Die Torsionsbelastung an der Ferse, am MTP V und am DIP I weist keine signifikanten Unterschiede in den Maxima oder dem Range auf. Abbildung 5 zeigt die maximal auftretenden Drücke in den einzelnen Fußbereichen. Es gibt keinen statistisch nachweisbaren Effekt der Versorgung hinsichtlich der Druckmaxima in den untersuchten Arealen. Bei Betrachtung der Druckverläufe im Mittelfußbereich ist erkennbar, dass unter Verwendung der Versorgung durchweg höhere Werte während der Standphase auftreten (Abb. 6). Dieser Effekt ist jedoch – möglicherweise bedingt durch die geringe Anzahl an auswertbaren Probanden – nicht statistisch abgesichert.

## Diskussion

Die mediale Pelotte soll den Rückfuß aus einer Valgusstellung korrigieren und das Fersenbein aus seiner Pronation aufrichten. Überträgt man diese Funktionen auf die am Fuß auftretende Biege- und Torsionsbelastung, sollten sich insbesondere Unterschiede in der Torsion zeigen. Die Biegebelastung spielt dabei keine entscheidende Rolle. Die Untersuchung hat gezeigt, dass sich die Torsionsrichtung des MTP I während der mittleren Standphase durch die Versorgung in eine Innenrotation umkehrt und somit sowohl MTP I als auch MTP V während der mittleren Standphase eine Innen-



**Abb. 5** Maximaldruck in verschiedenen Fußbereichen des rechten Fußes, jeweils mit und ohne Versorgung.

rotationsbelastung aufweisen. Die Torsion an der Ferse verändert sich dabei jedoch kaum; die Mittelwertkurve zeigt eindeutig ein supiniertes Auftreten. Es kann also davon ausgegangen werden, dass der Rückfuß durch die SMFO aus seiner Valgusstellung in eine neutrale Stellung gebracht wird. Da sich das MTP V weiterhin in einer Innenrotation befindet, kann eine reine Supinationsstellung des gesamten Fußes ausgeschlossen werden. Dadurch, dass das DIP I der Innenrotation des MTP I nicht folgt, sondern in einer Neutralstellung verweilt, wird deutlich, dass nicht der gesamte Strahl bzw. Fuß nach lateral kippt. Vielmehr belegt das in Neutralstellung befindliche DIP I in Kombination mit dem innenrotierten MTP I die Aufrichtung des Längsgewölbes. Die Außenrotation des DIP V, die sich durch das Tragen der sensomotorischen Einlage ergibt, erzeugt eine Verwringung im lateralen Strang, wodurch vermutlich das Aufrichten des Längsgewölbes noch verstärkt wird.

Um diese Ergebnisse zu verifizieren, wurde eine Probandin erneut untersucht. Es sollte sichergestellt werden, dass die Veränderungen, die sich in den Drehrichtungen durch die SMFO ergeben, nicht allein dadurch begründet sind, dass sich die Messsohle an das Relief der Fußorthese anpasst. Es zeigte sich, dass die Drehrichtungen am MTP I und DIP V mit Versorgung die gleichen sind, unabhängig davon, ob man die „Neutralstellung“ der Biegung und Torsion bei

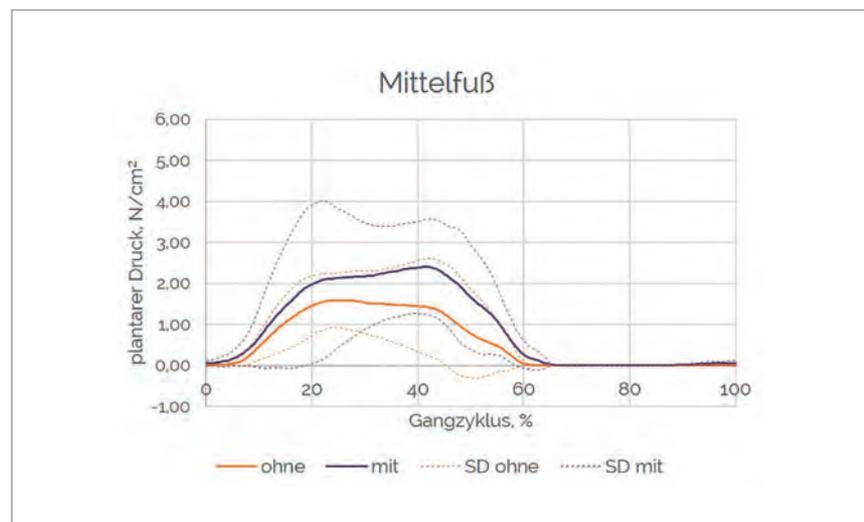
frei hängenden, unbelasteten Füßen (wie in der Studie) oder im aufrechten Stand definiert. Es ist also davon auszugehen, dass die Messeinlage und der Fuß bereits bei hängenden Füßen einen guten Formschluss mit der SMFO ergeben und dass die in der Studie aufgetretenen Veränderungen in der Belastung funktioneller Natur sind.

Sensomotorisch wirkende Fußorthesen sollen neben der Korrektur der Valgusstellung auch den Rückfuß stabilisieren. Dieser Effekt würde sich bei der Untersuchung der Biegung und Torsion durch eine Verringerung der Belastung an der Ferse bemerkbar machen. Für die Fersenmessstelle konn-

ten jedoch keine signifikanten Unterschiede durch das Tragen der Einlage nachgewiesen werden. Da die Torsion des Fußes im unteren Sprunggelenk erfolgt und sich dessen Bewegungsachse weiter distal der Ferse befindet, könnte sich die Fersenmessstelle zu weit proximal befinden, um die Bewegungsänderung des Rückfußes zu detektieren.

## Fazit

Es zeigt sich, dass die Versorgung mit sensomotorisch wirkenden Einlagen zu Unterschieden bei der Torsionsbelastung des Vorfußes führt. Besonders eindeutig zeigen sich die Unterschiede am MTP I und am DIP V. Dort führt die sensomotorisch wirkende Fußorthese zu einer Umkehrung der Torsionsrichtung während der mittleren Standphase, was in Kombination mit dem unveränderten MTP V und DIP I zu einer Aufrichtung des Längsgewölbes führt. Eine mögliche Ursache für diesen Effekt ist, dass der M. peroneus longus durch gezielte Druckreize während der mittleren Standphase eine erhöhte Muskelaktivität zeigt und durch seine Ansatzstelle am Os metatarsale I für diese Bewegung mitverantwortlich ist. Diese Annahme wird auch durch die tendenziell höhere Druckbelastung im Mittelfußbereich (Abb. 6) unter Verwendung der Versorgung gestützt. Die erhöhte Aktivität des M. peroneus longus in der mittleren Standphase bei



**Abb. 6** Verlauf des plantaren Druckes des rechten Mittelfußbereichs über den gesamten Schrittzyklus, jeweils mit und ohne SMFO.

Verwendung sensomotorischer Einlagen konnte bereits durch Ludwig et al. (2013) nachgewiesen werden [7]. Die Untersuchung zeigt, dass mit Hilfe der Torsionsbelastung wie auch der Druckermittlung die Zielsetzungen von SMFO überprüft werden können. Die Aufgabe sensomotorischer Einlagen bei Knick-Senkfüßen besteht primär nicht in einer Belastungsreduktion im Sinne einer Druckminimierung, sondern vielmehr in der Realisierung einer korrigierten Fußhaltung. Die hier vorgestellte Studie zeigt, dass die gewünschte Haltungskorrektur durch Biege- und insbesondere Torsionsmessungen im Schuh überprüft werden kann.

#### Für die Autoren:

Nora Grabowski  
vebitosolution GmbH  
Am Campus 2 (Raum 107)  
48565 Steinfurt  
ng@vebitosolution.com

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

#### Literatur:

- [1] Stinus H, Möller M, Baumgartner R. Knick-Senkfuß, Knick-Plattfuß. In: Dies. (Hrsg.). Orthopädienschuhtechnik: Grundlagen, Handwerk, Orthopädie. 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage. Geislingen: C. Maurer Druck und Verlag, 2013
- [2] Larsen C. Gut zu Fuß ein Leben lang: Trainieren statt operieren: Die besten Übungen aus der Spiraldynamik®. Stuttgart: Trias – Thieme Verlag, 2013
- [3] Radl R, Fuhrmann G, Maafe M, Kriffter RM. Rückfußvalgus. Diagnose und Therapie des Knick-Senkfußes. Der Orthopäde, 2012; 41 (4): 313–326
- [4] DGOOC-Beratungsausschuss Orthopädienschuhtechnik: Stellungnahme zu sensomotorisch wirkenden Fußorthesen (SMFO). Orthopädienschuhtechnik, 2016; 4: 16: 26-32
- [5] Stief T, Peikenkamp K. A new insole measurement system to detect bending and torsional moments at the human foot during footwear condition: a technical report. Journal of Foot and Ankle Research, 2015; 8: 49. doi: 10.1186/s13047-015-0105-6
- [6] T&T medilogic Medizintechnik GmbH. Handbuch medilogic, 2014-01. <http://manualzz.com/download/4705005> (Zugriff am 01.02.2018)
- [7] Ludwig O, Quadflieg R, Koch M. Einfluss einer sensomotorischen Einlage auf die Aktivität des M. peroneus longus in der Standphase. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 2013; 03: 77–82. doi: 10.5960/dzsm.2012.049



## SEMINARE FÜR LEISTUNGSERBRINGER DER TECHNISCHEN ORTHOPÄDIE

Menschen bewegen.

con.fair.med

Gesellschaft für Congressmanagement mbH

### INTERNE AUDITS – SINNHAFTE UMSETZUNG IN DIE PRAXIS

- Grundlagenwissen zu Audits und Auditierung
- Anwendung und Umsetzung im eigenen Betrieb
- Problembehandlung konkreter Fälle

**Ziel:** Audits sicher und effektiv planen und nutzbringend im eigenen Unternehmen umsetzen

**Für wen:** QM-Beauftragte, interne Auditor:innen und Geschäftsführung des Gesundheitswesens bzw. der Gesundheitshandwerke

**Datum:** 10. Oktober 2022

### VERTRAGSSCHULUNG: SICHERE ANWENDUNG DER VERTRÄGE

- Überblick über die komplexe Vertragslandschaft verschiedener Leistungsträger
- Verträge verstehen und anwenden
- Fehlabbrechnungen, Kürzungen und Absetzungen vermeiden

**Ziel:** sicheres, wirtschaftliches Anwenden von Verträgen, Erstellen von Kostenvoranschlägen und vertragskonformen Abrechnungen

**Für wen:** Mitgliedsbetriebe des Bundesinventionsverbandes für Orthopädie-Technik (BIV-OT) und von Fachverbänden sowie deren Inhaber:innen und Mitarbeiter:innen

**Datum:** 24. November 2022

### TRAIN THE TRAINER – FIT FÜR MDR-MITARBEITERSCHULUNGEN

- Grundlagenwissen MDR und MPDG
- Entwicklung eines Leitfadens zur Wissensvermittlung im eigenen Unternehmen
- unternehmerischen Alltag und regulative Anforderungen unter einen Hut bringen

**Ziel:** Schulungen für Medizinprodukteberater:innen sicher und effektiv durchführen

**Für wen:** QM-Beauftragte, interne Auditor:innen und Geschäftsführung des Gesundheitswesens bzw. der Gesundheitshandwerke

**Datum:** 11. Oktober 2022

### BASISKURS QUALITÄTSSTANDARDS ARMPROTHETIK

- Vorstellung des Qualitätsstandards im Bereich Prothetik der oberen Extremität
- Aufbau, Struktur und Dokumentationsanforderungen des Qualitätsstandards
- Umsetzung des Qualitätsstandards im Versorgungsalltag
- Vorstellung des Versorgungsablaufs der Habitusprothetik

**Ziel:** Armprothetik sicher beraten

**Für wen:** Orthopädietechniker:innen, alle an der Versorgung Beteiligten

**Datum:** 8. Dezember 2022

Details zu den Veranstaltungen  
und Buchungsmöglichkeiten unter:

[www.confairmed.de/seminare](http://www.confairmed.de/seminare)



# Einfluss einer afferenzverstärkenden Einlage mit Pelotte auf den Fußöffnungswinkel bei Innenrotationsgang

Effect of Augmented Afferent Feedback from a Padded Insole on the Foot Progression Angle in Internal Rotation Gait

Bei Kindern mit Innenrotationsgang wurden mittels Pedobarographie die Effekte afferenzverstärkender Einlagen mit Pelotte hinter dem fünften Mittelfußknochenköpfchen (Caput ossis metatarsalis oder metatarsi V) untersucht. Der Fußöffnungswinkel der Kinder wurde bei Auslieferung der Einlagen und nach sechs Wochen Adaptionszeit verglichen.

**Schlüsselwörter:** afferenzverstärkende Einlage, Kinderorthopädie, Innenrotationsgang

The effects of augmented afferent feedback insoles with padding behind the fifth metatarsal head were examined in children with internal rotation gait by means of pedobarography. The children's foot progression angles were compared when the insoles were delivered and after six weeks of adaptation time.

**Key words:** augmented afferent feedback insole, paediatric orthopaedics, internal rotation gait

## Einleitung

Mit zehn Prozent [1] ist der Innenrotationsgang bei Kindern einer der häufigsten Vorstellungsgründe in kinderorthopädischen Praxen. In der Literatur werden verschiedene Ursachen für Innenrotationsgangbilder genannt. Dazu zählen:

- eine Coxa antetorta,
- eine vermehrte Antetorsion des Oberschenkelhalses,

- eine angeborene oder erworbene Hüftdysplasie,
- Rotationsfehlstellungen des Femurs oder der Tibia [2],
- eine Innenrotationskontraktur am Hüftgelenk,
- eine femorale Antetorsion (ein Kompensationsmechanismus, bei dem eine Schwäche des M. quadriceps ausgeglichen werden soll [3]).

Der innenrotierte Gang zeichnet sich durch eine vermehrte mediale Rotation der Füße oder der Beine zueinander aus. Dabei sind nicht immer beide Beine oder Füße betroffen – es zeigen sich im Alltag sowohl beidseitige als auch isoliert einseitige Formen.

Bei einer Ganganalyse wird zur Einschätzung des Innenrotationsganges der Fußöffnungswinkel (engl. „foot progression angle“) gemessen. Dabei liegt die Bandbreite des physiologischen Fußöffnungswinkels je nach Autor bei 7 Grad [3] beziehungsweise zwischen -3 und 20 Grad [2].

In der Literatur gibt es keine eindeutigen Angaben darüber, ab welcher Größenordnung eine Behandlung indiziert ist. Eine Behandlung mit Einlagen, Schuhzurichtungen, Orthesen oder Derotationsbandagen kann häufig nur eine kosmetische Korrektur erreichen [4]. Die betroffenen Kinder werden von Dritten häufig als „tollpatschig“ empfunden. So entsteht neben den physiologischen Problemen unter Umständen auch ein sozialer Leistungsdruck.

Als ein Mittel zur Behandlung der Innenrotation werden sogenannte stimulierende Einlagen eingesetzt.

Bisher fehlen aber neben subjektiven positiven Eindrücken geeignete wissenschaftliche Untersuchungen, die diese untermauern.

## Material und Methode

### Messungen

Es konnten 24 Patienten gewonnen werden: 10 Jungen und 14 Mädchen. Der Altersdurchschnitt betrug 9,2 Jahre; dabei war die jüngste Patientin 4 und die älteste 14 Jahre alt.

Die im Rahmen dieser Studie unternommenen pedobarographischen Messungen wurden mittels zweier hintereinanderliegender Plattformen vom Typ „FDM 1.5“ der Firma Zebris Medical GmbH erstellt. Beide Plattformen sind im Boden versenkt. Die Maße einer Plattform betragen 158 × 60,5 Zentimeter (Länge × Breite) mit einer Sensorfläche von 149 × 54,2 Zentimetern (Länge × Breite). Die Anzahl der Sensoren liegt pro Plattform bei 11.264; somit ergibt sich eine Auflösung von 1,4 Sensoren pro Quadratzentimeter. Ein einzelner Sensor ist 0,8 Quadratzentimeter groß. Es erfolgten 3 Messdurchgänge:

1. barfuß,
2. nur mit Schuh sowie
3. mit Schuh und Einlage.

Die Probanden wurden mit einem Paar Einlagen versorgt. Während der Messung wurden die Durchgänge visuell verfolgt, um zu überprüfen, ob die Kinder ihr „gewohntes“ Gangbild zeigten oder sich auf eine korrekte Fußabwicklung konzentrierten.

Die Messungen wurden so oft wiederholt, bis mindestens 10 verwertbare Messungen aufgezeichnet waren, von denen jeweils 6 ausgewählt wurden. Diese mussten eine gleichmäßige Gehgeschwindigkeit und Schrittlänge aufweisen, und die Gangrichtung sollte möglichst entlang der Mittellinie der Gangbahn liegen, nicht diagonal.

Nach einer Adaptionszeit von 6 Wochen wurden alle Patientinnen und Patienten nach diesem Schema erneut vermessen („barfuß 2“, „Schuh 2“ und „Einlage 2“) (Abb. 1).

## Getestete Einlagen

Die in der hier vorgestellten Studie verwendeten Einlagen verfügen über eine besonders ausgeprägte retrokapitale Pelotte hinter den Mittelfußknochenköpfchen (MFK V), die noch ansteigt. Diese Erhabenheit soll die Adduktion des Fußes reduzieren [5]. Muskulär sollen hierdurch der M. tibialis posterior, der M. peroneus longus und der M. peroneus brevis aktiviert werden (Abb. 2).

Biomechanisch wird dabei versucht, durch eine Anhebung des vorderen lateralen Fußrandes das untere Sprunggelenk zu verblocken. Durch diese Blockierung der Achse soll die Rotationsfähigkeit des Fußes eingeschränkt werden. Somit wird die Längsachse des Fußes so fixiert, dass eine vermehrte Innenrotation des Fußes nicht mehr möglich ist [6, 7]. In dieser Arbeit werden modular aufgebaute, individuell gefertigte afferenzverstärkende Einlagen untersucht. Synonym zu den afferenzverstärkenden Einlagen werden auch die Begriffe „sensomotorische“ oder „propriozeptive Einlagen“ verwendet (Abb. 3).



Abb. 1

## Ergebnisse

Die im Folgenden wiedergegebenen Ergebnisse beziehen sich auf die Tabellen 1 bis 5. In der Probandengruppe wurde barfuß links während der ersten Messung ein Innenrotationswinkel von im Mittel  $3,78^\circ$  gemessen; rechts zeigten die Probanden im Mittel einen Innenrotationswinkel von  $1,42^\circ$  („barfuß 1“). Barfuß nach 6 Wochen („barfuß 2“) wurde in der Gruppe links ein leicht verbesserter Innenrotationswinkel von im Mittel  $3,48^\circ$  gemessen; rechts betrug der ebenfalls leicht verbesserte Winkel nach 6 Wochen durchschnittlich  $0,90^\circ$  Innenrotation (Tab. 1).

Der Fußöffnungswinkel veränderte sich im Vergleich zwischen „barfuß 1“ und „Schuh“ links im Mittel um  $5,17^\circ$  und rechts um  $2,43^\circ$ . Im Vergleich „Schuh“ gegenüber „Einlage 1“ zeigten die Patienten links einen um  $1,57^\circ$  hin zur Innenrotation und rechts im Mittel einen um  $0,55^\circ$  hin zur Außenrotation veränderten Winkel (Tab. 2).

Mit Schuh wurde in der Gruppe links ein Mittelwert von  $1,39^\circ$  gemessen; rechts konnte ein durchschnittlicher Außenrotationswinkel von  $1,01^\circ$  ermittelt werden.

Die erste Messung mit afferenzverstärkender Einlage („Einlage 1“) ließ in der Gruppe links einen Innenrotationswinkel von durchschnittlich  $0,18^\circ$  erkennen, rechts einen Außenrotationswinkel von im Mittel  $1,66^\circ$  (Tab. 3).

Nach 6 Wochen Tragezeit konnte links bei der Messung mit Schuh und Einlage („Einlage 2“) in der Gruppe im Mittel ein Außenrotationswinkel von  $0,37^\circ$  gemessen werden; auf der Gegenseite wurde ein Außenro-

tationswinkel von durchschnittlich  $2,58^\circ$  gemessen. Demnach veränderten die Einlagen im Vergleich zur ersten Messung „Einlage 1“ bei der zweiten Messung „Einlage 2“ den Fußöffnungswinkel links im Mittel um  $0,55^\circ$  und rechts um  $0,92^\circ$  hin zur physiologischen Außenrotation (Tab. 4). Der Vergleich „Schuh“ mit „Einlage 2“ zeigte links einen um  $1,32^\circ$  reduzierten Winkel in der Außenrotation; rechts wurde eine Vergrößerung des Außenrotationswinkels um  $1,57^\circ$  erreicht (Tab. 5).

## Diskussion

Die erhobenen Daten bestätigen den in der Praxis bereits gewonnenen Eindruck positiver Effekte afferenzverstärkender Einlagen mit verstärktem Spot hinter den MFK V auf die Innenrotations-Gangbilder von Kindern. So konnte gezeigt werden, dass ein innenrotiertes Gangbild durch afferenzverstärkende Einlagen verringert werden kann. Die Frage, weshalb die Wirksamkeit der Einlagen zwischen verschiedenen Probanden geringer war als bei anderen, kann anhand der durchgeführten Untersuchung nicht abschließend beantwortet werden. So konnte auch der Schuh allein (Tab. 2 u. 3) das Innenrotationsgangbild verbessern. Eine Verminderung des Stolperrisikos oder des Hinfallens ist jedoch für Eltern, Betreuer und die Kinder selbst immer wichtig, unabhängig von Gradzahlen.

In folgenden Studien müsste der Adaptionszeitraum von 6 Wochen deutlich verlängert werden, um die Effekte nach einer längeren Tragezeit zu untersuchen. Wichtig hierbei wäre auch eine genaue Bestimmung der täglichen Tragedauer im Alltag. So fordert etwa auch Ludwig (2015) [8] weitere Untersuchungen, um eine Eingruppierung sensomotorisch wirksamer Bestandteile einer Einlagenversorgung benennen zu können. Denkbar wäre auch eine Änderung der instrumentellen Ganganalyse, weg von den Fußdruckmessungen hin zu einem 3D-Messsystem wie z. B. dem Vicon-System. Dieses ermöglicht, den Effekt afferenzverstärkender Einlagen zu beurteilen.

Zur weiteren Untersuchung der Aktivitätsänderungen der Muskulatur müssten elektromyografisch (per EMG) unterstützte Messungen



Abb. 1 Proband im Ganglabor des SPZ.

Abb. 2 Blaudruck/Trittspur mit Hilfslinien und -formen.



Abb. 3 Ansichten einer afferenzverstärkenden Einlage.

erfolgen. Solche Messungen sind allerdings aufgrund der notwendigen Markerplatzierung und der aufwendigen Auswertung zeit- und kostenintensiv und benötigen ein größeres Untersucherteam. Zudem lässt sich ein für die Innenrotation des Fußes zuständiger Muskel wie der M. tibialis posterior aufgrund seiner tiefen Lage im Unterschenkel schlecht auf der Haut ableiten. Für eine solche Untersuchung müssten Probanden gefunden werden, die sowohl ein pathologisches Innenrotationsgangbild auf-

weisen als auch bereit sind, den Muskel invasiv untersuchen zu lassen. Unvermeidlich bleibt die Kontrolle der durchgeführten Einlagenversorgung nach einigen Wochen, im Idealfall durch den versorgenden Techniker und den Verordner.

### Fazit

Die hier vorgestellte Studie belegt, dass afferenzverstärkende Einlagen bei der untersuchten Gruppe signifikante Fußwinkelveränderungen be-

wirkten, wobei aber in Einzelfällen starke Unterschiede auftraten. Insgesamt lassen die ermittelten Werte darauf schließen, dass die Einlagen nur wirksam sind, während sie getragen werden – ein prophylaktischer oder therapeutischer Effekt war in dieser Studie nicht nachweisbar; die Interpretation der Daten lässt keinen Schluss auf eine Veränderung der Muskelaktivitätsmuster auf supraspinaler Ebene zu. Klare Aussagen dazu ließ der Messaufbau allerdings nicht zu, da ausschließlich der Fußabdruck ohne EMG-Ableitung gemessen wurde.

Unklar ist weiterhin, ob eine Adaptionszeit von sechs Wochen ausreicht, um Änderungen auf supraspinaler Ebene zu erreichen. Der nachgewiesene Effekt der Einlagen ist differenzierter auch auf biomechanischer Ebene zu suchen.

### Widmung

Die Wiederveröffentlichung dieses Artikels ist Daniel Huesmann als maßgeblich beteiligtem Autor gewidmet, der am 18. Januar 2022 verstorben ist.

### Für die Autoren:

Kerstin Tiemeyer  
 Ganglabor – SPZ Westmünsterland  
 Christophorus Kliniken GmbH  
 Südring 41, 48653 Coesfeld  
 kerstin.tiemeyer@christophorus-kliniken.de

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

	links	rechts
barfuß 1	-3,78°	-1,42°
barfuß 2 nach 6 Wochen	-3,48°	-0,90°
Veränderung	0,30°	0,52°
Ergebnis	reduziert, aber noch innenrotiert	reduziert, aber noch innenrotiert

Tab. 1 Veränderung Fußöffnungswinkel (Mittelwerte der Gruppe) zum Messzeitpunkt „barfuß 1“ gegenüber „barfuß 2“ nach 6 Wochen.

	links	rechts
barfuß 1, erste Messung	-3,78°	-1,42°
Schuh	1,39°	1,01°
Veränderung	5,17°	2,43°
Ergebnis	Außenrotation	Außenrotation

Tab. 2 Veränderung Fußöffnungswinkel (Mittelwerte der Gruppe) „barfuß 1“ gegenüber „Schuh“ zum selben Zeitpunkt.

	links	rechts
Schuh	1,39°	1,01°
Einlage 1, erste Messung	-0,18°	1,66°
Veränderung	1,57°	0,55°
Ergebnis	Innenrotation	Außenrotation

**Tab. 3** Veränderung Fußöffnungswinkel (Mittelwerte der Gruppe) „Schuh“ gegenüber „Einlage 1“ zum selben Zeitpunkt.

	links	rechts
Einlage 1, erste Messung	-0,18°	1,66°
Einlage 2 nach 6 Wochen	0,37°	2,58°
Veränderung	0,55°	0,92°
Ergebnis	Außenrotation	Außenrotation

**Tab. 4** Veränderung Fußöffnungswinkel (Mittelwerte der Gruppe) zum Messzeitpunkt „Einlage 1“ gegenüber „Einlage 2“ nach 6 Wochen.

	links	rechts
Schuh	1,39°	1,01 °
Einlage 2	0,37°	2,58 °
Veränderung	1,32°	1,57°
Ergebnis	reduzierte Außenrotation	Außenrotation

**Tab. 5** Veränderung Fußöffnungswinkel (Mittelwerte der Gruppe) „Schuh“ gegenüber „Einlage 2“.

### Literatur:

[1] Böttner F. Facharztkompodium Orthopädie und Unfallchirurgie. Alles, was Sie für den neuen Facharzt wissen sollten. 8., aktualisierte Aufl. Berlin: OrthoForum, 2018

[2] Uden H, Kumar S. Non-surgical management of a pediatric "intoed" gait pattern – a systematic review of the current best evidence. Journal of Multidisciplinary Healthcare, 2012; 5: 27–35

[3] Götz-Neumann Kirsten. Gehen verstehen. Ganganalyse in der Physiotherapie. 4. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2016

[4] Heine A. Propriozeptive Einlagenversorgung in der Kinderorthopädie. Orthopädie Aktuell, 2011; 11: 1–5

[5] Brinckmann F. Ganganalytische Untersuchung zur therapeutischen Effizienz der sensomotorischen Einlagen nach Jahrling bei zentralnervösen Erkrankungen. Diplomarbeit, Technische Hochschule Mittelhessen, Gießen-Friedberg, 2005

[6] Landauer F. Schuhe, Einlagen und Orthesen. Vortrag, Donau-Universität Krems, 2014: 1–26

[7] Lastring L. Konzeptvarianten und Einteilungsmöglichkeiten der aktuellen Fußversorgung. Orthopädie Technik, 2008; 59 (2): 85–90

[8] Ludwig O. Sensomotorische Einlagen – Versorgung zwischen Erfahrung und Evidenz. Orthopädie Technik, 2015; 66 (9): 12–15

LucRo  
UR  
BASIC  
Kollektion

Spezialschuhe  
für Menschen mit Diabetes  
[www.lucro.de](http://www.lucro.de)



## Ganganalyse in der Orthopädie-Technik – Grundlagen und klinische Anwendungsmöglichkeiten

Gait Analysis for the Orthopaedic Technician – Basics and Clinical Application

Die Ganganalyse ist ein wertvolles Instrument zur Indikationsstellung, Überprüfung und Verbesserung orthopädiotechnischer Hilfsmittel. Je nach Fragestellung kann dies mit einer einfachen Video- oder Laufbanddiagnostik oder, insbesondere bei komplexen Situationen, mit dem Goldstandard – der dreidimensionalen instrumentierten Ganganalyse – erfolgen. Die Erfassung von Kinematik und Kinetik erlaubt die Beurteilung von Pathologien auf mehreren Ebenen der unteren Extremitäten, etwa bei Patienten mit spastischer infantiler Zerebralparese, was klinisch nicht immer möglich ist. Die Anwendung unnötiger oder insuffizienter Hilfsmittel kann so vermieden werden; bei bestehenden Hilfsmitteln kann die Funktion verbessert und somit eine maximale Hilfestellung im Alltag erreicht werden.

**Schlüsselwörter:** Ganganalyse, Hilfsmittel, Orthesentuning, Zerebralparese

Gait analysis is a valuable tool for establishing an indication, verifying and improving orthopaedic devices. Depending on the specific problem, this can be done with a video or treadmill analysis or, especially for complex situations, the gold standard – three dimensional instrumented gait analysis. Registering kinematics and kinetics allows the visualisation of multilevel pathologies, especially of the lower limbs, for example in patients with spastic infantile cerebral palsy, which sometimes is not possible by clinical examination alone. The prescription of unnecessary or insufficient devices can be avoided and the function of existing devices can be improved for maximum support in everyday life.

**Key words:** gait analysis, orthopaedic devices, orthosis optimisation, cerebral palsy

### Einleitung

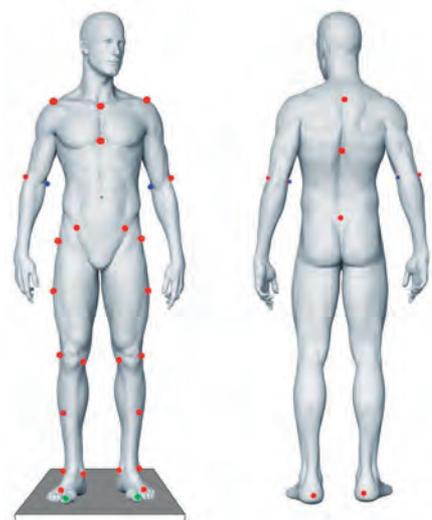
Der Wunsch, den Vorgang des Gehens zu verstehen und den Ablauf eines Gangzyklus zu vermessen, besteht schon lange. Bereits der griechische Philosoph Aristoteles (384–322 v. Chr.) hat dies in seinem Werk „De motu animalium“ anhand von Pferden durch Beobachtung versucht [1]. Jedoch konnte erst mit der Entwicklung der Fotografie das Gangbild auch dokumentiert werden: Étienne-Jules Marey ließ im Jahr 1868 mit weißen Leuchtstreifen präparierte Probanden beim Gehen fotografieren, was zumindest eine zweidimensionale Auswertung erlaubte [2]. Ebenfalls um diese Zeit entwickelte Gaston Carlet Druckluftsensoren, die in die Schuhe eingebaut wurden, um eine Unterscheidung von Stand- und Schwungphase zu ermöglichen. Um 1895 entwickelten die Militärärzte Otto Fischer und Christian Wilhelm Braune unter Zuhilfenahme eines zweiten, im 90-Grad-Winkel zum ersten aufgestellten Fotoapparates die Grundzüge der bis in die Gegenwart gebräuchlichen dreidimensionalen Ganganalyse, die heute allerdings um einiges ausgefeilter ist. Eine Auswertung der beim Gehen auftretenden Kräfte (Kinetik) erfolgte seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts, nachdem entsprechende in den Boden eingearbeitete Druckmessplatten entwickelt worden waren.

### Ganganalyse heute

Durch die kontinuierliche technische Entwicklung stehen heute umfangreiche Methoden zur Vermessung so-

wohl des physiologischen Gehens als auch der möglichen pathologischen Situationen zur Verfügung. Die heute gebräuchlichen Analysemethoden umfassen die einfache Videoanalyse und die Laufbandanalyse, die bei einfachen Fragestellungen eingesetzt werden können, sowie den Goldstandard, die dreidimensionale instrumentierte Ganganalyse, die zudem die Basis für Modellrechnungen (Modelling) mittels diverser Computersimulationen liefert. Die Vor- und Nachteile der genannten Analysevarianten sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Neuere Systeme mit Highspeed-Kameras erlauben zudem eine markerlose Analyse über eine Erkennung der Silhouette sowie ein sogenanntes Hybridverfahren als Mix zwischen markerloser und instrumentierter Ganganalyse, das deutlich weniger Marker benötigt als bei einer herkömmli-



**Abb. 1** Mögliche Orte der Markerplatzierung am gesamten Körper. Je nach Ganglabor und Fragestellung können diese variieren.

	Klinische Beurteilung	Videoanalyse	Laufbandanalyse	3D-Analyse
Bewegungen	zu schnell, verzerrt	verzerrt	verzerrt	dreidimensional
Slow Motion	keine	ja	ja	ja
Muskelaktivität	keine	(EMG)	(EMG)	EMG/Modelling
Kräfte generell	keine	keine	eventuell	3D
Kräfte Detail	keine	keine	keine	Modelling

**Tab. 1** Vergleich der verschiedenen Analysemöglichkeiten mit Vor- und Nachteilen.

chen markerbasierten Analyse. Das bedeutet eine Zeitersparnis im klinischen Alltag bei identischer Genauigkeit [3, 4]. Die markerlose Analyse ist vor allem im Bereich des Fußes und des Beckens, also Körperteilen, die beim Gehen ihre Form wenig verändern, noch ungenauer.

## Ablauf einer dreidimensionalen instrumentierten Ganganalyse

Zu jeder Ganganalyse gehört eine ausführliche körperliche Untersuchung, die den Bewegungsumfang der Gelenke, die Muskelkraft, eine allfällige Spastizität der Muskulatur sowie die Körpermaße dokumentiert. Anschließend wird je nach verwendetem System eine größere oder kleinere Zahl reflektierender oder ein Signal erzeugender Marker auf definierte Stellen am Körper des Probanden geklebt. Eine Variante der möglichen Markerpositionen am gesamten Körper ist in Ab-

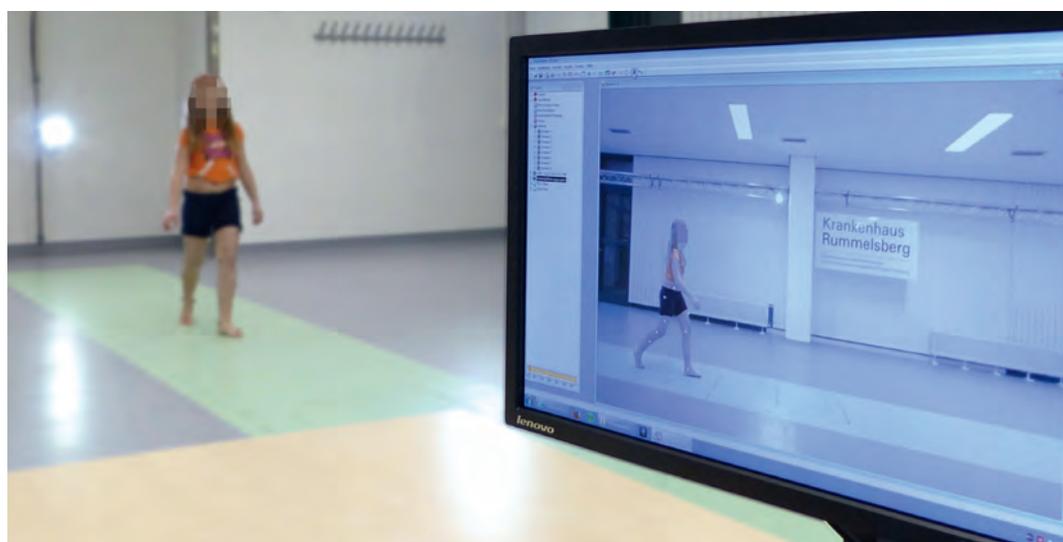
bildung 1 dargestellt. Durch die Marker werden die Extremitäten in mehrere Segmente eingeteilt; die Bewegung dieser Segmente gegeneinander wird abgebildet.

Bei der eigentlichen Analyse laufen die Probanden mehrmals eine definierte Strecke ab und werden dabei von mehreren Kameras gefilmt (Abb. 2). Die beim Gehen auftretenden Kräfte werden mit in den Boden eingearbeiteten Kraftmessplatten aufgenommen. Anschließend erfolgt die Auswertung mit Hilfe verschiedener Computerprogramme. Als Ergebnis werden Kurven erstellt, welche die Stellung jedes Gelenkes (Kinematik) zu jedem Zeitpunkt des Gangzyklus abbilden, sowie Kurven, die die dabei auftretenden Kräfte (Kinetik) abbilden. Ein Beispiel einer kinematischen Kurve ist Abbildung 3 zu entnehmen. Zudem wird die Muskelaktivität der oberflächlichen Muskulatur der unteren Extremitäten durch Elektromyografie über kabellose Sensoren aufgezeichnet, was einen Rückschluss auf den Zeitpunkt

von Aktivität und Inaktivität der entsprechenden Muskelgruppen zu jedem Zeitpunkt eines Gangzyklus zulässt.

## Kinematische Auswertung der Ganganalyse

Um die folgenden Beispiele besser verstehen zu können, wird zunächst die kinematische Auswertung einer Ganglaborkurve erläutert. Auf die Aspekte Kinetik sowie Elektromyografie wird zur Vereinfachung verzichtet. In den meisten Laboren wird das linke Bein durch eine rote Linie, das rechte Bein durch eine blaue Linie dargestellt. Grau hinterlegt ist die Normkurve, die die Bewegung des Durchschnitts einer gesunden Population darstellt (siehe das Beispiel in Abb. 3). Abgebildet wird ein Gangzyklus von 0 bis 100 % in der Sagittal-, Frontal- und Coronarebene auf der x-Achse des Diagramms. Jedes Gelenk wird in jeder Ebene dargestellt. Der Gangzyklus wird in eine Standphase, in welcher der Fuß Bodenkontakt hat, und eine Schwungphase, in



**Abb. 2** Aufzeichnung der Ganganalyse am Computer.

der er keinen Bodenkontakt hat, unterteilt. Die beiden Phasen werden zudem in mehrere Unterphasen segmentiert (Tab. 2 u. 3). Die beiden Phasen werden durch einen senkrechten roten und blauen Strich unterteilt, der beim Gesunden bei etwa 60 % des Gangzyklus liegt. In horizontaler Ebene (y-Achse) werden je nach Bewegungsebene und Gelenk die Aspekte Flexion/Extension, Innen-/Außenrotation, Abduktion/Adduktion, Valgus/Varus sowie anterior/posterior durch eine schwarze Linie getrennt und in Grad angegeben. Die Abweichungen von der Normkurve werden evaluiert und zur Auswertung herangezogen.

### Allgemeine Anwendungen der Ganganalyse

Im klinischen Alltag der Orthopädie, insbesondere der Neuroorthopädie, wird die Ganganalyse zur Verlaufskontrolle einer allfälligen Verschlechterung der Gehleistung, zur Indikationsstellung sowie zur Planung und Überprüfung konservativer und operativer Therapien verwendet. Auge und

Gehirn des Menschen können komplexe Bewegungsabläufe und auch das Zusammenspiel von mechanischer Bewegung, auftretenden Kräften und Muskelaktivität nur in begrenztem Maß aufnehmen und verarbeiten. Zur genauen Beurteilung der Abläufe beim Gehen, insbesondere bei einem pathologischen Gangbild, stellt die Ganganalyse ein wertvolles diagnostisches Hilfsmittel dar, das die Abläufe beim Gehen erkennbar und auswertbar macht. In den weiteren Ausführungen wird insbesondere auf die Verwendung der Ganganalyse innerhalb der Orthopädie-Technik eingegangen.

### Fallbeispiele: Die Rolle der Ganganalyse in der Orthopädie-Technik

Die Indikation für eine Orthese oder Prothese sowie für Schuhversorgungen kann bis zu einem gewissen Grad klinisch gestellt werden. Bei schwierigen Situationen wie Pathologien auf mehreren Ebenen der unteren Extremität, etwa bei Patienten mit spasti-

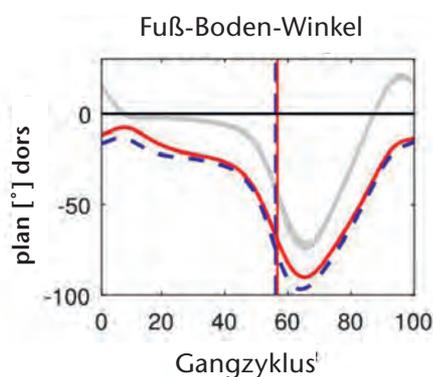
scher infantiler zerebraler Tetraparese, oder in Grenzfällen hilft die Ganganalyse, die Entscheidung für das optimale Hilfsmittel zu fällen.

Abbildung 4 gibt die kinematische Gangkurve des Sprunggelenkes und des Kniegelenkes in der Sagittalebene eines Patienten mit spastischer Hemiparese rechts wieder. Es zeigt sich eine deutliche Spitzfußstellung rechts mit Hyperextension des rechten Kniegelenkes. Abbildung 5 zeigt die Gangkurve desselben Patienten nach einer operativen Verlängerung der Achillessehne sowie einer Verkürzung der Tibialis-anterior-Sehne zur Korrektur des Spitz- und Fallfußes. Es zeigt sich ein noch verbleibender gering ausgeprägter Fallfuß bei nun nicht mehr vorhandener Spitzfußstellung sowie regelrechter Kniestreckung rechts; lediglich zu Beginn der Standphase ist die Kniebeugung etwas vermindert. Zudem verbleibt noch ein fehlender initialer Bodenkontakt mit der Ferse, der in einem unphysiologischen retrograden Abrollen resultiert. Aufgrund dieser Daten wurde der Patient lediglich mit einer Fußheberschie-

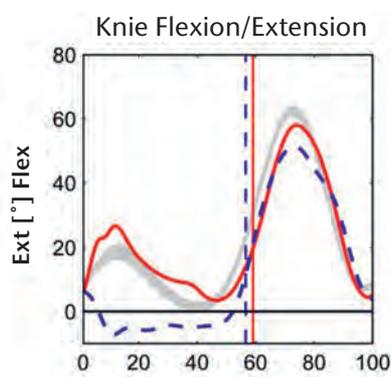
Standphasen	Initialer Bodenkontakt	Belastungsantwort	Mittlere Standphase	Standphasenende
Gangzyklus	0 %	0–12 %	1231 %	3150 %
Hüfte	20° Flexion	20° Flexion	0° Flexion	-20° Hyperextension
Knie	0°–5° Flexion	20° Flexion	0°–5° Flexion	0°–5° Flexion
Sprunggelenk	0°	5°–10° Plantarflexion	5° Dorsalflexion	10° Dorsalflexion
Funktion	Fersenkontakt mit dem Boden	Stoßdämpfung in Knie und Sprunggelenk Lastübernahme und Stabilität in der Hüfte	kontrollierte Vorwärtsbewegung der Tibia Verlagerung des Schwerpunktes nach vorne	kontrollierte Dorsalexension am Sprunggelenk mit Ablösung der Ferse vom Boden

Schwungphasen	Schwungphasenvorbereitung	Initiale Schwungphase	Mittlere Schwungphase	Terminale Schwungphase
Gangzyklus	50–62 %	62–75 %	75–87 %	87–100 %
Hüfte	-10° Hyperextension	15° Flexion	25° Flexion	20° Flexion
Knie	40° Flexion	60°–70° Flexion	25° Flexion	0°–5° Flexion
Sprunggelenk	15° Plantarflexion	5° Plantarflexion	0°	0°
Funktion	passive Kniegelenksflexion von 40° Plantarflexion des Sprunggelenkes	mindestens 55° Knieflexion für genügend Bodenfreiheit	zunehmende Hüftflexion auf 25° Dorsalexension des Sprunggelenkes bis Neutral-Null-Stellung	Kniegelenkextension bis Neutral-Flexion Vorbereitung auf Standphase

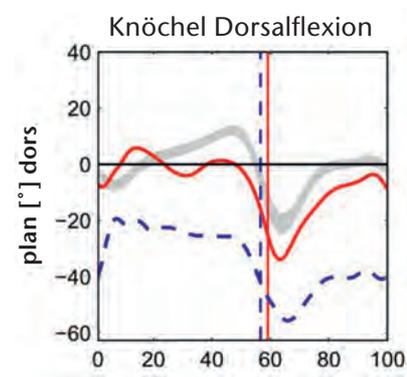
Tab. 2 u. 3 Übersicht über die einzelnen Phasen eines Gangzyklus.



**Abb. 3** Kinematische Kurven eines Patienten mit Muskeldystrophie und Spitzfuß (vermehrte Plantarflexion im Sprunggelenk). Legende siehe Abb. 4.



**Abb. 4** Kinematische Kurven eines Patienten mit spastischer Hemiparese rechts mit Spitzfüßigkeit sowie Hyperextension im Kniegelenk rechts. Legende: Die rote Linie repräsentiert das linke Bein, die blaue Linie das rechte Bein. Grau hinterlegt ist die Normkurve eines gesunden Patientenkollektivs.



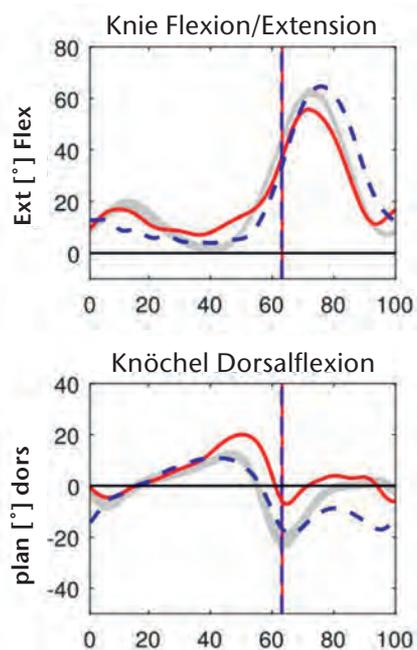
ne vom Typ Heidelberg versorgt, die sein Gangbild sowohl am Sprunggelenk als auch am Kniegelenk beinahe normalisieren konnte (Abb. 6). Durch die Ganglaboranalyse konnte gezeigt werden, dass der Patient keine dynamische Unterschenkelorthese mehr benötigt, was klinisch bei diesem Grenzfall nicht sicher zu entscheiden war. Zudem erlaubt die Ganganalyse die Kontrolle der erfolgten orthopädiotechnischen Versorgung, um eine optimale Funktion zu gewährleisten.

Die kinematischen Gangkurven in Abbildung 7 zeigen die Sagittalebene des Fuß-Boden-Winkels eines Patienten mit spastischer zerebraler Tetraparese. Auf beiden Seiten besteht beim initialen Bodenkontakt ein spitzfüßiges Auftreten, das heißt, der erste Bodenkontakt erfolgt unphysiologisch nicht mit der Ferse, sondern im Bereich des Mittel- oder Vorfußes. Die Pathologie ist nur gering ausgeprägt und beträgt nur wenige Grad. Dennoch hat dies Auswirkungen auf das Gangbild des Patienten: Ein retrogrades Abrollen des Fußes führt zu einem weniger flüssigen Gangbild und kann zu Überlastungsreaktionen am Fuß sowie den angrenzenden Gelenken führen; es kann sogar Einfluss auf die Knie- und Hüftgelenke haben. Abbildung 8 zeigt die Ergebnisse für denselben Patienten bei der Verwendung steifer Unterschenkelorthesen. Per Ganganalyse kann gezeigt werden, dass er nun einen sicheren Fersenballengang erreicht – die Kurve beginnt bei 0 % des Gangzyklus deutlich in Dorsalextension. Die Ganggeschwindigkeit steigt mit dieser Versorgung von sehr langsamen 0,3 Metern pro

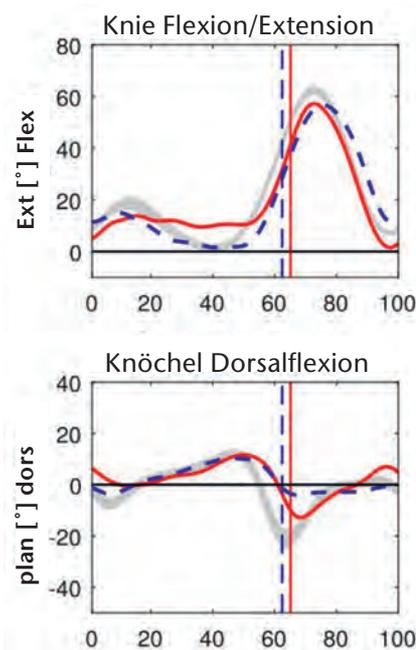
Sekunde auf 0,75 Meter pro Sekunde (Norm: 1,34 Meter pro Sekunde).

Neben der funktionellen Kontrolle bestehender Orthesen kann auch eine insuffiziente Versorgung aufgezeigt werden: Abbildung 9 zeigt die Kinematik des Sprunggelenkes sowie des Kniegelenkes einer erwachsenen Patientin mit Hemiparese links nach einem Schlaganfall. Sie leidet unter Knieschmerzen auf der linken Seite und war bei Erstvorstellung mit einer Fußheberschiene Typ Heidelberg ver-

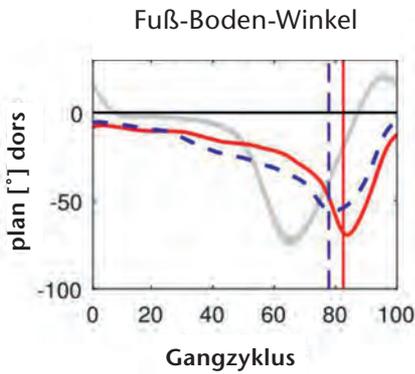
sorgt. Es zeigt sich barfuß (s. Abb. 9) im Sprunggelenk eine leicht vermehrte Plantarflexion in der Standphase sowie eine Fallfüßigkeit in den letzten 20 % des Gangzyklus. Das linke Kniegelenk ist in der gesamten Standphase massiv hyperextendiert, was für die Knieschmerzen verantwortlich sein kann. Abbildung 10 zeigt die kinematische Kurve mit der bestehenden Versorgung mittels einer konfektionierten Fußheberschiene vom Typ Heidelberg. Die Fallfüßigkeit kann damit



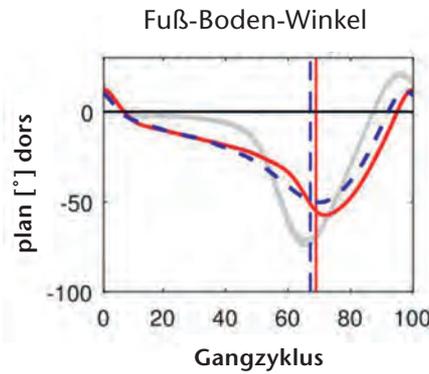
**Abb. 5** Derselbe Patient wie in Abb. 4 nach operativer Verlängerung der Achillessehne sowie Verkürzung der Tibialis-anterior-Sehne rechts.



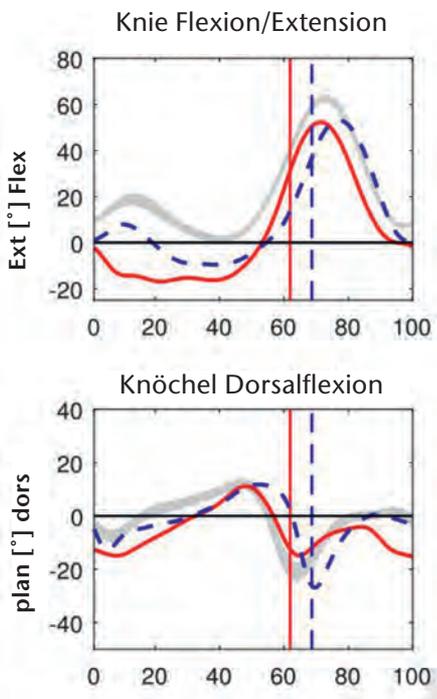
**Abb. 6** Derselbe Patient wie in Abb. 4 u. 5 mit einer Fußheberschiene vom Typ Heidelberg rechts.



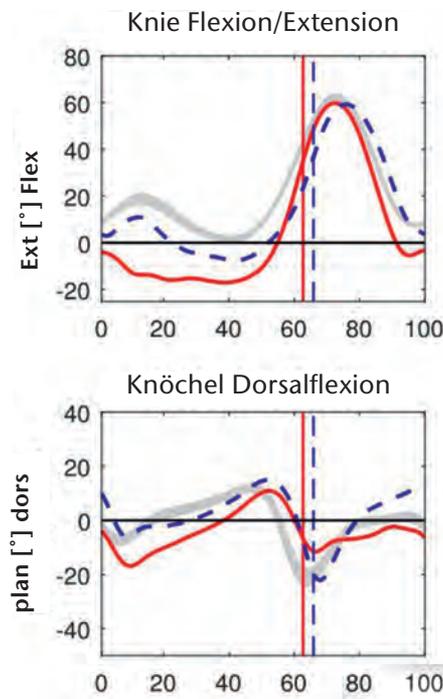
**Abb. 7** Kinematische Kurve eines Patienten mit spastischer zerebraler Tetraparese und fehlendem initialem Fersenkontakt.



**Abb. 8** Derselbe Patient wie in Abb. 7, nun mit Verwendung einer steifen Unterschenkelorthese beidseits.



**Abb. 9** Kinematische Kurven mit Fallfuß sowie deutlicher Hyperextension des linken Kniegelenkes.



**Abb. 10** Derselbe Patient wie in Abb. 9; Korrektur des Fallfußes durch eine Fußheberschiene, aber unveränderte Hyperextension des Kniegelenkes links bei insgesamt insuffizienter Versorgung.

gut korrigiert werden; das Kniegelenk bleibt allerdings unbeeinflusst, da die Schiene zu weich ist, um es kontrollieren zu können. Auch besteht nach wie vor eine vermehrte Plantarflexion im Sprunggelenk in der Standphase. Mit der im Anschluss an die Ganganalyse empfohlenen maßgefertigten Unterschenkelorthese mit einem Gelenk, das eine Dorsalflexion im Sprunggelenk zulässt, aber die Plantarflexion sperrt und somit die Hyperexten-

sion im Kniegelenk in der Standphase limitiert, war die Patientin rasch beschwerdefrei.

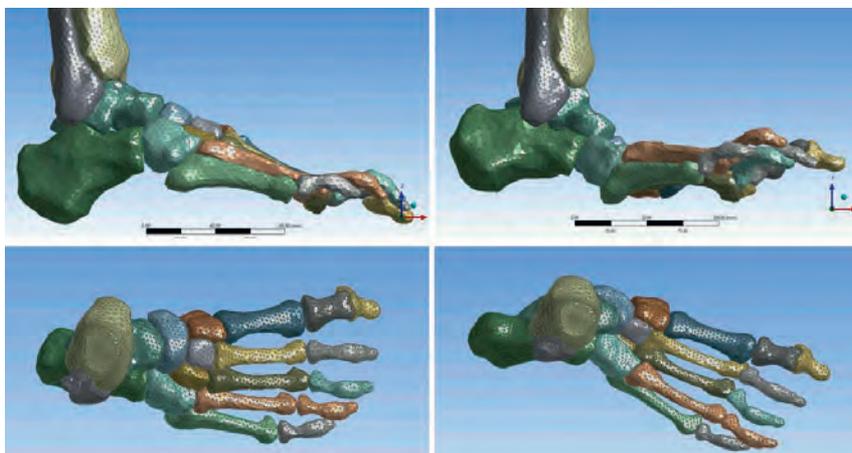
### „Orthesentuning“

Das Ziel einer jeden orthetischen Versorgung sollte die bestmögliche Funktion des Hilfsmittels und somit eine hohe Akzeptanz und eine adäquate Unterstützung im Alltag sein. Dabei spielen neben Gewicht, Optik und

Tragekomfort auch funktionelle Aspekte eine Rolle. Ein Hilfsmittel, das dem Patienten nicht hilft, wird bekanntermaßen nicht verwendet. Die Anfertigung eines Hilfsmittels nach Maß bedeutet einen großen zeitlichen und finanziellen Aufwand, daher sollte es auch optimal funktionieren. Um das zu erreichen, kann die Ganganalyse wertvolle Hinweise liefern. Einstellbare Federgelenke an flexiblen Unterschenkelorthesen lassen sich entsprechend den Bedürfnissen der Patienten einstellen, um etwa eine zu ausgeprägte Dorsalflexion im Sprunggelenk in der Standphase zu minimieren, die zudem zu einer vermehrten Kniebeugung führt, was langfristig negative Auswirkungen auf die Mobilität haben und zu Gelenkkontrakturen führen kann. Bei Patienten mit Kauergang, also einer vermehrten Dorsalflexion des Sprunggelenkes und einer vermehrten Beugung der Kniegelenke sowie der Hüftgelenke in der Standphase, kann die Höhe des Orthesenabsatzes und somit die Vor- respektive die Rücklage des Unterschenkels in Bezug zum Boden eruiert und notfalls korrigiert werden, was klinisch in gleicher Genauigkeit nicht möglich ist. Auch die Ausrichtung der Füße in Gangrichtung, der sogenannte „foot progression angle“, kann mittels Ganganalyse visualisiert und durch Anpassungen an der Orthese korrigiert werden. Es ergeben sich somit vielfältige Möglichkeiten, die Orthese an die bestehende Pathologie und die Bedürfnisse des Patienten individuell anzupassen.

## Ganganalyse in der Schuhtechnik

Im Bereich Schuhtechnik liefert die Pedobarografie bereits Hinweise auf erhöhte Druckbelastungen, die zur Vermeidung von Druckulzera abgefangen werden müssen. Eine solche Untersuchung ist allerdings statisch und spiegelt somit nicht die vorherrschenden Druckverhältnisse beim Gehen wider. Die Ganganalyse erlaubt mittels spezieller Methoden wie zum Beispiel dem „Oxford Foot Model“ [5] eine Darstellung der Bewegungen des Fußes beim Gehen. Mittels computerunterstützter Modellierung und Finite-Elemente-Berechnungen können in Zusammenschau mit einem individuellen Röntgenbild des Pati-



**Abb. 11** Modellierung einer pathologischen Fußform aus dem Datensatz eines normal geformten Fußes aus einem Computertomogramm mittels Finite-Elemente-Berechnung.

enten dreidimensionale Fußmodelle aus einer dreidimensionalen Rekonstruktion des Computertomogramms eines gesunden Normfußes modelliert (Abb. 11) und die Druck- und Zugspannungen in den einzelnen Knochen des Fußes dargestellt werden, und zwar zu jedem Zeitpunkt der Standphase eines Gangzyklus. Somit können einzelne Überlastungen dargestellt und mittels orthopädiotechnischer Bettung exakt abgefangen werden. Des Weiteren kann die Flexibilität des Fußes – zum Beispiel des Rückfußes gegenüber dem Vorfuß – dargestellt werden, um zu beurteilen, ob eine korrigierende Schuhversorgung sinnvoll ist oder ob sie – bei einem zu rigiden Fuß – wahrscheinlich zu Druckstellen führen würde und eine In-situ-Bettung des Fußes sinnvoller ist.

## Limitierungen der Ganganalyse

Nicht jede Fragestellung von Interesse kann mit einer Ganglaboranalyse beantwortet werden. So lassen sich zwar mittels Druckmesseinlagen die vorherrschenden Druckverhältnisse in einer Unterschenkel- oder Fußorthese oder einem Maßschuh messen – die Bewegungen des Fußes im Hilfsmittel lassen sich aber nicht darstellen, somit auch nicht die Korrektur der Fußform durch das Hilfsmittel. Auch die Bewegungen im Hilfsmittel selbst, etwa Verwindungen beim Laufen, lassen sich nicht gut wiedergeben. Limitierend kann es sich des Weiteren

auswirken, wenn das Hilfsmittel während der Analyse nicht korrekt getragen wird: Wenn zum Beispiel der Fuß mit der Ferse aus dem Maßschuh rutscht, da dieser nicht korrekt geschlossen ist, ist keine korrekte Analyse des Hilfsmittels möglich, und die Ergebnisse werden verfälscht.

Neben diesen speziellen Limitierungen gibt es auch allgemeine Einschränkungen. So ist eine Ganganalyse erst ab etwa dem 6. Lebensjahr sinnvoll, da vorher eine Compliance für eine solche teilweise zeitaufwendige Untersuchung noch nicht gegeben ist. Zudem ist eine Körpergröße von etwa einem Meter nötig, um die diversen Marker in genügend Abstand zueinander platzieren zu können. Ein weiterer kritischer Aspekt ist schließlich die artifizielle Laborsituation, in der die Untersuchungen durchgeführt werden.

## Ausblick

Um eine möglichst vergleichbare Situation zwischen zwei Messungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu schaffen, ist man auf die Kontinuität einer Ganganalyse unter Laborbedingungen angewiesen. Da die Hilfsmittelversorgung von den Patienten im Alltag und nicht nur im Labor angewandt werden soll, muss das Ziel der Ganganalyse sein, dies widerspiegeln zu können – wenn auch in weniger komplexer Analyse als im Labor. Die Parameter „Schritte pro Tag“, „Gehdistanz“, „Gehdauer“ und „Höhenmeter“ können heute be-

reits mit beinahe jedem Smartphone aufgezeichnet werden. Sie dienen als Indikatoren für eine verbesserte Geheleistung nach einer Orthesenversorgung oder auch einer Operation. Aus Gründen des Datenschutzes ist eine Auswertung im klinischen Umfeld allerdings schwierig. Die Simulation von Alltagssituationen wie etwa Laufen auf unebenem Grund, Aufstehen aus einem Stuhl oder Treppensteigen wird in Zukunft vermehrt in die Ganganalyse implementiert werden müssen, um den Alltag der Patienten besser abbilden zu können.

### Der Autor:

Dr. med. univ. Thomas Schlemmer  
Oberarzt der Abteilung für Kinder-,  
Jugend- und Neuroorthopädie  
Krankenhaus Rummelsberg  
Rummelsberg 71,  
90592 Schwarzenbruck  
thomas.schlemmer@sana.de

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

### Literatur:

- [1] Nussbaum MC. The Text of Aristotle's De Motu Animalium. Harvard Studies in Classical Philology, 1976; 80: 111–159
- [2] Marey E. Du mouvement dans les fonctions de la vie (leçons faites au Collège de France). Paris: Germer Baillière, 1868
- [3] Becker L, Russ P. Evaluation of joint angle accuracy using markerless silhouette-based tracking and hybrid tracking against traditional marker tracking – evaluation for complex movements [Poster]. Masterarbeit, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2015
- [4] Corazza S, Mündermann L, Gambaretto E, Ferrigno G, Andriacchi TP. Markerless Motion Capture through Visual Hull, Articulated ICP and Subject Specific Model Generation. Int J Comput Vis, 2009; 87 (1): 156–169
- [5] Stebbins J, Harrington M, Thompson N, Zavatsky A, Theologis T. Repeatability of a model for measuring multi-segment foot kinematics in children. Gait Posture, 2006; 23 (4): 401–410

# Diabetesadaptierte Fußbettungen

Diabetes-Adapted Footbeds

**Die diabetesadaptierte Fußbettung (DAF) ist eine individuell für den Fuß des an Diabetes erkrankten Patienten hergestellte Bettung, die die vielfältigen Veränderungen der Anatomie, der Biomechanik und vor allem die neuropathisch bedingte Empfindlichkeit gegenüber Druckbelastungen berücksichtigt. Ihre Aufgabe ist es, dem Patienten Mobilität zu ermöglichen, aber dabei den verletzungsgefährdeten Fuß zu schützen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sind zahlreiche konstruktive Details zu beachten.**

**Schlüsselwörter:** diabetesadaptierte Fußbettung, Formgebung, Material, Druckmessung

A diabetes-adapted footbed (DAF) is a footbed especially customised for the foot of a diabetes patient that takes the many different changes in the anatomy, the biomechanics and in particular the neuropathy-related sensitivity to pressure points into account. Its purpose is to allow the patient to be mobile while protecting the foot that is prone to injuries. Many design details have to be considered to meet these requirements.

**Key words:** diabetes-adapted foot bed, shaping, material, pressure measurement

## Einleitung

Die Behandlung des diabetischen Fußsyndroms (DFS) erfordert aufgrund der Komplexität der Erkrankung einen interdisziplinären Therapieansatz bei enger Zusammenarbeit zwischen Hausarzt, Diabetologe, Gefäßchirurg, Allgemeinchirurg, Orthopäde, Podologe, Orthopädie-Techni-

ker und Orthopädie-Schuhtechniker. Die Therapiegrundsätze orientieren sich an den Richtlinien der AG Fuß über den Diabetischen Fuß [1]. Vor der Anfertigung einer DAF muss der Orthopädie-Techniker bzw. -Schuhtechniker den genauen Status des Fußes und dessen Veränderungen durch die Diabeteserkrankung erheben. Im Vordergrund steht dabei die Druckentlastung an den gefährdeten Zonen am Fuß. Dabei ist es wichtig, den Druck auf den ganzen Fuß zu verteilen. Das Zusammenspiel der DAF mit einem geeigneten Schutzschuh bzw. einem orthopädischen Maßschuh ist dabei zu beachten. Eine wirksame Druckentlastung hängt aber auch von anderen Faktoren ab. Dazu gehören die Lebenssituation des Patienten und deren Begleitumstände, sein Aktivitätsgrad, die Akzeptanz der Schuhversorgung (Optik), die Patientencompliance und die Biomechanik.

## Fußstatus

Die Versorgung mit einer DAF setzt zunächst eine genaue Untersuchung des Fußes voraus. Neben den orthopädischen Aspekten, die bei jeder Fußversorgung relevant sind, ist vor allem der Neuropathiestatus zu erheben. Die Untersuchung der Fußbeweglichkeit muss grundsätzlich alle Gelenke des Fußes einschließen, da eine eingeschränkte Beweglichkeit immer mit einer erhöhten biomechanischen Belastung beim Gehen einhergeht. Werden Bewegungseinschränkungen festgestellt, sollte zunächst im Behandlungsteam (Arzt, Therapeut) abgeklärt werden, ob sie durch operatives oder therapeutisches Eingreifen dauerhaft beseitigt werden können. Ist das nicht der Fall, muss die orthopädie(schuh)technische Versor-

gung die funktionellen Auswirkungen der Bewegungseinschränkung kompensieren können. Eine eingeschränkte Dorsalextension der Zehengrundgelenke (insbesondere des ersten Strahls) erfordert beispielsweise immer eine Sohlenverfestigung mit entsprechender Rolle, um wieder eine physiologische Belastung durch Normalisierung des Abrollverhaltens und der Hebellängen zu erreichen. Ähnlich verhält es sich bei Bewegungseinschränkungen im oberen Sprunggelenk: Wird dort eine eingeschränkte Dorsalextension übersehen, führt dies häufig zu einer kompensatorischen Eversionsbewegung im unteren Sprunggelenk mit entsprechender dreidimensionaler Verformung des Fußreliefs, was wiederum zu unphysiologischer Druckbelastung – insbesondere auf eine an die Normalposition adaptierte Fußbettung – führt. Ein Spitzfuß muss also zwingend als solcher erkannt und, wenn nicht anderweitig therapierbar, entsprechend eingebettet werden. Die fehlende Dorsalextension muss dann über die Sohlenkonstruktion kompensiert werden. Bei stark deformierten oder bereits ulzerierten Füßen muss an dieser Stelle auch schon entschieden werden, welche Fußregionen wie stark in die Belastung eingebunden werden können, um die besonders gefährdeten Stellen zu entlasten.

Die Untersuchung des Neuropathiestatus erfolgt mit Hilfe einer Stimmgabel und eines Monofilamentes (Abb. 1). Zusätzlich können die Wärme- bzw. Kälteempfindlichkeit und die Oberflächentemperatur des Fußes gemessen werden. In den Richtlinien der AG Fuß über den Diabetischen Fuß ist vor allem die Nichterkennung des 10-g-Monofilamentes als ausschlaggebendes Entschei-

dungskriterium benannt. Dieses wird plantarseitig an der Großzehenbeere, am Großzehengrundgelenk und am Kleinzehengrundgelenk in zufälliger Reihenfolge jeweils dreimal für etwa zwei Sekunden aufgesetzt. Dabei ist auch immer eine Scheinanwendung durchzuführen. Der Patient muss mindestens zwei von drei Anwendungen in jeder Region korrekt benennen können. Wichtig ist, dass das Monofilament nicht auf Verhornungen oder Ähnliches aufgesetzt wird [2].

Vervollständigt wird die Untersuchung durch Erfassung des Körpergewichtes und der Schuhgröße. Beim Gespräch mit dem Patienten sollte auch dessen Mobilität erfragt werden. Bei unklarer Durchblutungssituation muss diese vom Orthopädie-Techniker bzw. -Schuhtechniker beim behandelnden Arzt bzw. Diabetologen erfragt werden. Alle Untersuchungsergebnisse müssen nachvollziehbar dokumentiert werden.

Nach Erhebung des Fußstatus kann unter Zuhilfenahme der Versorgungsempfehlung „Schuhversorgung und Risikoklassen beim Diabetischen Fußsyndrom – und analogen Neuro-Angio-Arthropathien“ der AG Fuß das Risikopotenzial abgeschätzt und daraus die notwendige Versorgung abgeleitet werden. Als Regelversorgung gilt eine DAF ab Risikogruppe III („Zustand nach plantarem Ulcus“). Liegen definierte Kriterien für eine höhergradige Versorgung vor, kann aber auch schon ab Risikogruppe II („Diabetes mellitus mit Sensibilitätsverlust durch Polyneuropathie/relevante periphere arterielle Verschlusskrankheit“) eine DAF zum Einsatz kommen. Zu beachten ist dabei, dass die Versorgungsempfehlung der AG Fuß die allgemein anerkannte aktuelle Basis für die Therapie des diabetischen Fußsyndroms ist – nicht die ältere abweichende Indikationsliste aus dem Hilfsmittelverzeichnis (HMV) [3].

## Maß-/Abformtechnik

Basis für eine adäquate Fußbettung ist neben der korrekten Versorgungsplanung das Maßnehmen und die genaue Abformtechnik des Fußes. Dabei liegt die Herausforderung darin, dass mit einem statischen Abdruckverfahren eine Bettung erstellt werden soll, die den veränderten Spitzenbelastungen in der Dy-

**Abb. 1** Untersuchung der Sensibilität mit dem Semmes-Weinstein-Monofilament.



**Abb. 2** Schaumabdruck für eine DAF. Der Fuß wird am sitzenden Patienten von Hand in den Schaum eingedrückt.

namik gerecht werden muss. Somit ist vor der Versorgung unbedingt die Druckverteilung in der Bewegung zu messen. Dazu wird mittels elektronischer Pedobarographie eine sogenannte Neutralmessung durchgeführt. Diese sollte in einem Neutralschuh erfolgen. Die Innenschuhmessung hat gegenüber einer Druckmessplatte den Vorteil, dass die realistische Belastung über mehrere Schritte gemessen wird und nicht ein einzelner Schritt dazu genutzt wird, der die Messplatte exakt treffen muss, was das Abrollverhalten beeinflusst. Alternativ kann auch in dem konfektionierten Schutzschuh für Diabetiker gemessen werden, in dem später die Versorgung getragen werden soll. Dadurch kann die Druckbeeinflussung durch den späteren Schuh bereits erfasst werden.

Neben der Analyse der dynamischen Belastung ist es für die Anfertigung

der Bettung essenziell, auch die genaue Position der Belastungsstellen am Modell reproduzieren zu können. Dazu wird im Stehen ein Blauabdruck vom Fuß angefertigt, um die Druckspitzen bei voller Belastung zu erkennen. Die Auswertung von Blauabdruck und Druckmessung dienen als Grundlage zur Weiterbearbeitung des späteren Modells und zur Einarbeitung der Entlastungselemente in die Bettung.

Die eigentliche Abformtechnik erfolgt in der Regel als Schaumabdruck im Sitzen. Diese Technik, den Abdruck in unbelastetem bzw. teilbelastetem Zustand vorzunehmen, hat sich sehr bewährt, denn dabei erhält man ein sehr genaues Bild von den Fußsohlen. Beim Schaumabdruck im Sitzen soll der Unterschenkel in einem Winkel von 90 Grad zum Oberschenkel stehen. Die eine Hand des Orthopädie-Technikers bzw. -Schuh-

technikers liegt auf dem Knie des Patienten, während die zweite Hand dessen Ferse umfasst. Dann wird das Knie heruntergedrückt und dabei die Ferse geführt. Anschließend wird durch flächigen Druck am Fußrücken der Außenspann heruntergedrückt, danach der Großzehenballen und die Zehen (Abb. 2). Dabei können die Absatzsprengung des späteren Schuhs und die relative Position des Vorfußes zum Rückfuß bereits individuell eingestellt werden. Dieses Abdruckverfahren erfordert einige Übung, da es zwar relativ leicht ist, die Ferse über das Knie in den Schaum zu drücken, aber erheblich mehr Kraft erforderlich ist, danach den Vorfuß gleichmäßig nachzustellen. Dies führt schnell zu einer Überhöhung der Längswölbungsstütze.

Vor dem Ausgießen der Schäume können bereits die Verlängerung an der Fußspitze und eine moderate Tieferlegung an den Hauptbelastungspunkten eingearbeitet werden. Dies erspart das spätere Auftragen an diesen Stellen.

Am Positivmodell müssen bei adäquater Vorarbeit dann nur noch die Bereiche abgetragen werden, an denen eine verstärkte Belastung stattfinden soll. Dies wird regelhaft im Bereich der Querwölbung stattfinden müssen, da hier die Weichteile beim Schaumabdruck nicht genü-

gend komprimiert werden. Dieses Nachfolgen der knöchernen Querwölbung mit dem Ziel einer gleichmäßigen Druckverteilung darf nicht mit einer korrigierenden Spreizfußpelotte verwechselt werden – Pelotten und Stufen in der Oberfläche sind nach den Ausführungsbestimmungen des HMV in einer DAF obsolet [4]. Ebenso ist ein Nachfolgen der knöchernen Form im Übergang von den Metatarsalköpfchen zu den Metatarsalschäften – was optisch wie eine retrokapitale Querbrücke erscheinen mag – nicht als Stufe zu interpretieren, sondern als Vergrößerung der lastaufnehmenden Fläche zur gleichmäßigen Druckverteilung. Diese Nacharbeiten sind immer mit großer Sorgfalt vorzunehmen, da falsch positionierte oder falsch geformte Belastungselemente leicht zu Überlastungen führen können.

### Fertigung der diabetes-adaptierten Fußbettung/ Materialauswahl

Von entscheidender Bedeutung für die lastumverteilende Wirkung der DAF ist neben der Formgebung und der Schuhkonstruktion vor allem die Materialauswahl. Grundsätzlich sollten dazu nur Materialien verwendet werden, die ausreichend lange eine ef-

fektive Druckumverteilung ermöglichen. Dazu sind die Prüfnachweise der Hersteller zu beachten. Auswahlkriterien sind unter anderem die Shore-Härte, die Rückstellfähigkeit, die Dauerbelastbarkeit und die hygienischen Eigenschaften. Nur durch einen indicationsabhängigen Materialmix aus mindestens drei verschiedenen Härtegraden [4], bei dem das Gewicht des Patienten und dessen Aktivitätsgrad berücksichtigt werden muss, lässt sich eine optimale Druckverteilung in der Fußbettung erreichen. Allerdings ist die Studienlage zu diesem Thema, vor allem gemessen an der Bedeutung für den Versorgungserfolg, äußerst dürftig. Zwar gibt es Studien [5, 6, 7], die die grundsätzliche Eignung bzw. Nichteignung bestimmter Materialien für die unterschiedlichen Schichten belegen – konkrete Empfehlungen für bestimmte Gewichtsklassen, Mobilitätsgrade oder Schädigungsarten lassen sich daraus aber nicht ableiten. Einigkeit besteht in den Studien jedoch darüber, dass den unterschiedlichen Lagen bestimmte Aufgaben zukommen und dass sich daraus unterschiedliche Anforderungen an das Material ableiten lassen: Die dem Körper zugewandte Schicht wird als „betende Schicht“ bezeichnet. Sie dient dazu, der Mobilität des Fußes gerecht zu werden und sich dem unterschiedlichen Fußrelief in verschiedenen Be-



Abb. 3 Tiefziehen der erwärmten Materialien über das bearbeitete Modell.



Abb. 4 Abgabefertige diabetesadaptierte Fußbettung.

lastungssituationen anzupassen, aber auch den längerfristigen Fußveränderungen nachzufolgen. Die mittlere Schicht hat im Wesentlichen dämpfende Funktion, und die dritte Schicht dient der Stabilisation. Druckspezifische Punkte (wie z. B. Druckspitzen oder Ulzerationen) können zusätzlich mit extraweichem Material gebettet werden. Aus diesen Anforderungen ergibt sich, dass die Schicht mit der weichsten Shore-Härte zum Fuß liegt und die weiteren Schichten vom Fuß weg immer härter werden. Wichtig ist auch, dass zum Fuß hin eine abwaschbare und desinfizierbare Schicht oder ein entsprechender Bezug gewählt wird, damit die hygienischen Anforderungen erfüllt werden können. Unter dem Aspekt der Hygiene ist zu beachten, dass offenzellige Materialien zwar gute Dämpfungseigenschaften aufweisen, andererseits aber Feuchtigkeit wie ein Schwamm aufsaugen und somit nicht im direkten Fußkontakt eingesetzt werden sollten.

Die Hersteller von Polstermaterial für diabetische Fußbettungen bieten verschiedenste Einschichtplatten in unterschiedlichen Shore-Härten an. Diese Schichten werden erhitzt und im Tiefziehverfahren über das Modell gezogen. Dabei müssen die Verarbeitungstemperaturen und Verweilzeiten exakt eingehalten werden, da sich bei einer Überhitzung die Eigenschaften der Polster deutlich verändern. Daneben werden auch sogenannte Sandwich- bzw. Combi-Platten in verschiedenen Kombinationen angeboten, die bereits im Herstellungsprozess miteinander vulkanisiert werden. Sie bieten den Vorteil, dass der sonst notwendige Kleber entfällt, der die Materialeigenschaften

negativ beeinflussen kann. Zwar haben Faulí und Kollegen nachgewiesen, dass der Kleber initial keine Beeinflussung darstellt [6], jedoch wurden im Rahmen dieser Studie keine Langzeittests nach Verhärtung des Klebers durchgeführt. Sehr weiche Materialien können nicht unter der Walkmatte verarbeitet werden; da-

bei ist zunächst ein festeres Material als Platzhalter einzusetzen, das dann von Hand durch das weichere Material ersetzt wird. Das Tiefziehverfahren selbst ist in den Ausführungsbestimmungen des HMV als Qualitätsanforderung festgelegt (Abb. 3) [8]. Neue Verfahren wie das Fräsen von Bettungen oder der 3D-Druck werden im HMV bislang nicht berücksichtigt.

Die DAF sollte idealerweise in dafür vorgesehenen konfektionierten Schutzschuhen für Diabetiker (HMV 31.03.08.xxxx) oder in orthopädischen Maßschuhen getragen werden. Die Stärke der Bettung ist unterschiedlich und abhängig vom Umfang des Fußes und von den Platzverhältnissen im Schuh. Zwar wird nach HMV eine Mindeststärke von 8 mm gefordert [4], dies ist jedoch häufig nur mit speziellen Schuhen mit vergrößertem Innenvolumen zu verwirklichen. Bei orthopädischen Maßschuhen kann man im Vorhinein die Stärke je nach Indikation individuell festlegen.

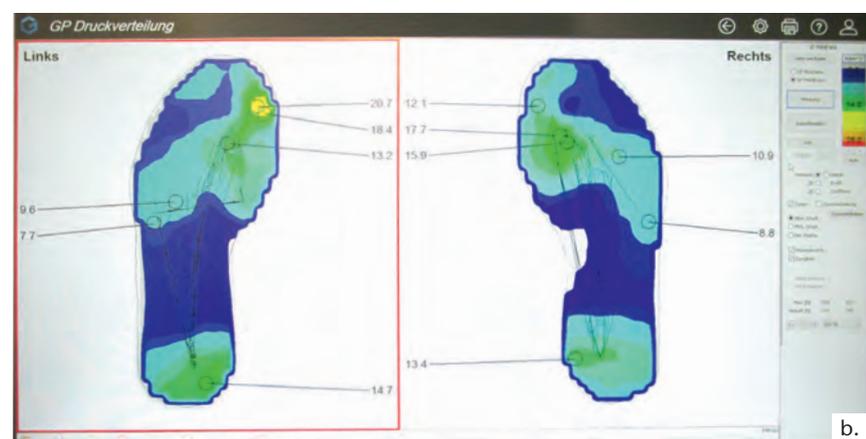
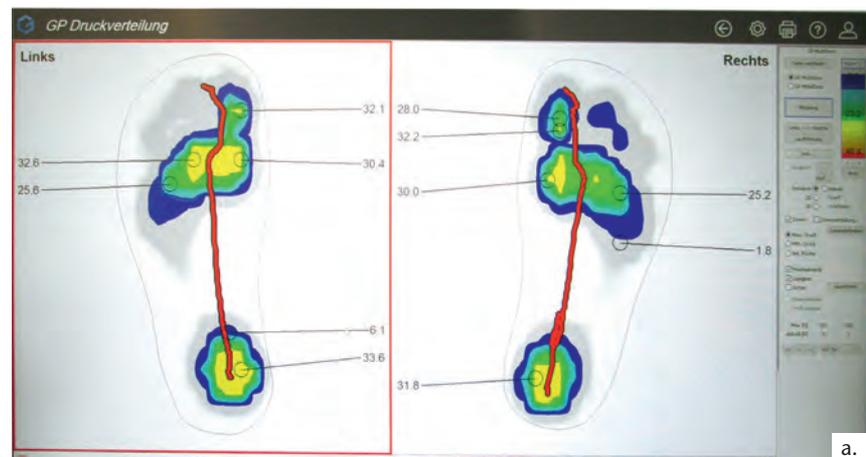


Abb. 5a u. b Vergleich der Druckverteilung unversorgt (a) und auf der DAF (b).

## Abgabe

Bei der Abgabe der DAF (Abb. 4) muss diese im ersten Schritt in den dafür vorgesehenen Schuh exakt eingepasst werden. Die DAF wird als integraler Bestandteil des Schuhs angesehen und ist nicht als Wechselbettung für andere Schuhe gedacht – selbst dann nicht, wenn es sich um das gleiche Grundmodell handelt. Ein neuer Schuh erfordert somit immer eine eigens dafür angefertigte Bettung. Dies ist auch der Grund, weshalb die DAF in Produktgruppe 31 (Schuhe) und nicht 08 (Einlagen) gelistet ist.

Nach der Einpassung in den Schuh sollte die Bettung an den Fuß angehalten und überprüft werden, ob die eingearbeiteten Be- und Entlastungszonen korrekt positioniert sind. Dies sagt aber noch nichts über die konkrete Belastung in der Dynamik aus, sodass zwingend eine Kontrollmessung zwischen Fuß und Bettung durchgeführt werden sollte. Diese Druckmessung mit Versorgung kann dann mit der Neutralmessung verglichen und so der Versorgungserfolg dokumentiert werden (Abb. 5a u. b). Einen wissenschaftlich nachgewiesenen Grenzwert für die maximal tolerierbare punktuelle Belastung gibt es zwar nicht, jedoch wird häufig auf eine Untersuchung von Owings et al. verwiesen, in deren Zusammenhang bei einer Nachuntersuchung an Patienten, die nach einer abgeheilten Ulzeration über längere Zeit rezidivfrei geblieben waren, ein durchschnittlicher Druck von 207 kPa an der zuvor ulzerierten Stelle gemessen wurde [9]. Dieser Wert wurde auch von Bus und Kollegen als Zielparame- ter für einen erfolgreich erprobten Versorgungsalgorithmus gewählt. Der zweite, alternative Zielparame- ter bestand in einer Entlastung um mindestens 25 % im Vergleich zur unversorgten Situation [10]. Da sich die Fußbelastung über die gesamte Nutzungsdauer der DAF verändern kann – sei es durch Materialermüdung oder durch Veränderung der Fußform –, sollte die Überprüfung der Versorgung in regelmäßigen Abständen wiederholt werden.

Selbst wenn die gemessenen Druckwerte bei einer Neuversorgung unauffällig erscheinen, sollte eine neue Bettung niemals sofort den ganzen Tag getragen werden. Anfangs ist eine Sichtkontrolle der Füße durch den

Patienten selbst oder eine Hilfskraft nach einer zeitlich begrenzten Tragedauer dringend angeraten.

## Fazit

Die Versorgung mit diabetesadaptierten Fußbettungen stellt hohe Anforderungen an den Orthopädie-Techniker bzw. -Schuhtechniker. Fehlerhafte Versorgungen können aufgrund der Neuropathie deutlich gravierendere Folgen haben als bei anderen Indikationen. Daher ist die Abrechnung der DAF auch nur für zugelassene Leistungserbringer mit entsprechendem Zertifikat möglich. Eine lückenlose Dokumentation mit Druckverteilungsmessung ist dringend zu emp-

fehlen, um die Funktionalität des Hilfsmittels bei der Abgabe nachweisen zu können. Die Versorgungsempfehlungen der AG Fuß sowie die Intention der Ausführungsbestimmungen des Hilfsmittelverzeichnisses sollten berücksichtigt werden.

### Für die Autoren:

Ole Baasch  
Trentmann-Gromotka Orthopädie-  
Schuhtechnik GmbH  
Weidenallee 48  
20357 Hamburg  
info@trentmann-gromotka.de

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

## Literatur:

- [1] Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Schuhversorgung beim diabetischen Fußsyndrom. Schuhversorgung und Risikoklassen beim Diabetischen Fußsyndrom – und analogen Neuro-Angio-Arthropathien. Stand: 25.02.2006. [http://www.ag-fuss-ddg.de/download/Schuhversorgung\\_Risikoklassen\\_Regelversorgung.pdf](http://www.ag-fuss-ddg.de/download/Schuhversorgung_Risikoklassen_Regelversorgung.pdf) (Zugriff am 13.08.2018)
- [2] Arbeitsgemeinschaft Diabetischer Fuß in der Deutschen Diabetes Gesellschaft. Fuß-Dokumentationsbogen der AG-Fuß in der DDG. [http://www.ag-fuss-ddg.de/download/Fussdokumentationsbogen\\_DDG.pdf](http://www.ag-fuss-ddg.de/download/Fussdokumentationsbogen_DDG.pdf) (Zugriff am 13.08.2018)
- [3] Hilfsmittelverzeichnis des GKV-Spitzenverbandes. Diabetes adaptierte Fußbettungen für orthopädische Schuhe nach Maß oder konfektionierte Schuhe (31.03.07.0). Beschreibung/Indikation. [https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/produktliste/ZurArt\\_input.action?paramArtId=2016](https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/produktliste/ZurArt_input.action?paramArtId=2016) (Zugriff am 13.08.2018)
- [4] Hilfsmittelverzeichnis des GKV-Spitzenverbandes. Diabetes adaptierte Fußbettungen (31.03.07). Medizinische Anforderungen. [https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/untergruppe/Anzeigen\\_input.action?untergruppelid=708](https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/untergruppe/Anzeigen_input.action?untergruppelid=708) (Zugriff am 13.08.2018)
- [5] Paton J, Jones RB, Stenhouse E, Bruce G. The physical characteristics of materials used in the manufacture of orthoses for patients with diabetes. *Foot Ankle Int*, 2007; 28 (10): 1057–1063
- [6] Faulí AC, Andrés CL, Rosas NP, Fernández MJ, Parreño EM, Barceló CO. Physical evaluation of insole materials used to treat the diabetic foot. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2008; 98 (3): 229–238
- [7] Healy A, Dunning DN, Chockalingam N. Effect of insole material on lower limb kinematics and plantar pressures during treadmill walking. *Prosthet Orthot Int*, 2012; 36 (1): 53–62
- [8] Hilfsmittelverzeichnis des GKV-Spitzenverbandes. Diabetes adaptierte Fußbettungen für konfektionierte Schuhe (31.03.07.0002). Merkmale. [https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/produktAnzeigen\\_input.action?produktId=26435](https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/produktAnzeigen_input.action?produktId=26435) (Zugriff am 13.08.2018)
- [9] Owings TM, Apelqvist J, Stenström A, Becker M, Bus SA, Kalpen A, Ulbrecht JS, Cavanagh PR. Plantar pressures in diabetic patients with foot ulcers which have remained healed. *Diabet Med*, 2009; 26 (11): 1141–1146
- [10] Bus SA, Haspels R, Busch-Westbroek TE. Evaluation and optimization of therapeutic footwear for neuropathic diabetic foot patients using in-shoe plantar pressure analysis. *Diabetes Care*, 2011; 34 (7): 1595–1600

PREISVORTEIL

# Werden Sie Abonnent der ORTHOPÄDIE TECHNIK

Wer über aktuelle Versorgungsformen und Neuheiten aus Prothetik, Orthetik, Reha-Technik, Sanitätshaus, Kompressionstherapie und Homecare auf dem neuesten Stand sein möchte, liest die ORTHOPÄDIE TECHNIK. Seien Sie mit den Fachartikeln über Entwicklungen und Forschungen in allen wichtigen Versorgungsbereichen informiert.

**Laufzeit** 12 Monate;  
danach monatlich kündbar

**Lieferung** frei Haus innerhalb  
Deutschlands

**inklusive** aller Sonderausgaben

**monatliche** Erscheinungsweise

**Preisvorteil** – Sie sparen  
76,90 €/Jahr gegenüber dem  
Einzelkauf. Jahres-Abo  
für nur 149,90 €

**Weitere Informationen**  
unter [www.360-ot.de](http://www.360-ot.de)  
**Bestellungen an:**  
[bestellung@biv-ot.org](mailto:bestellung@biv-ot.org)

12,50 €  
pro Monat

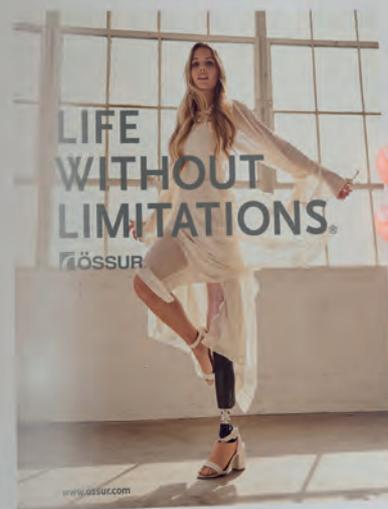
FUNDIERT  
AKTUELL  
FÜHREND



 Verlag  
Orthopädie.technik

## ORTHOPÄDIE TECHNIK

Rehabilitation • Medizinprodukte



Orthetik untere Extremität  
Kompressionstherapie  
Digitale Fußdruckmessung

Fests-Rücklage

Offizielles Fachorgan des Bundesärztekongresses für Orthopädie-Technik  
Offizielles Fachorgan der IVD Deutschland e.V.

 Verlag  
Orthopädie.technik

## Diabetischer Fuß

### A. Al Hajjar, A. Ming, V. Clemens, P. R. Mertens Potentielles Frühwarnsystem für diabetische Fußschädigungen durch sensorbestückte Einlegesohlen

Bei Diabetespatienten ist eine Nervenschädigung mit verminderter Wahrnehmung von Schmerzen und Druck in den Füßen ein häufiges Krankheitsbild. Das Fehlen dieser wichtigen Informationen fördert die Entwicklung von Fußgeschwüren. Prophylaktische Maßnahmen sind möglich durch Erhebung der Temperatur an der Fußsohle, denn vor einer Geschwürbildung steigt Tage bis Wochen vorher die Temperatur an. Erfahrungen der Autoren in einem Telemedizinprojekt weisen auf vielfältige Möglichkeiten zur Unterstützung von Patienten mit Nervenschäden hin. Herausforderungen sind neben dem technischen Rüstzeug der Temperaturerhebung die Mess-Adhärenz der Patienten, übersichtliche Anzeigemöglichkeiten für die betreuenden medizinischen Berufsgruppen sowie ein interaktiv gestaltetes „bidirektionales“ Interface. Der Artikel stellt die Methodik einer klinischen Studie über die Wirksamkeit eines Temperatur-Frühwarnsystems bezüglich der Vermeidung von Geschwürbildungen mit 288 Patienten dar und diskutiert vorläufige Erfahrungen.

**Schlüsselwörter:** Diabetes, Nervenschäden, Fußgefährdung, Temperaturmonitoring, Einlegesohle

Abstract aus ORTHOPÄDIE TECHNIK 09/2020, S. 26–30

## Einlagenversorgung

### L. Lastring „Sensomotorische“ Einlagenversorgung – kritische Diskussion des Begriffs

Die Verwendung des Begriffs der „sensomotorischen“ Einlagenversorgung erinnert bisweilen an die babylonische Sprachverwirrung: Unter dem Sammelbegriff „sensomotorisch“ werden „propriozeptive“, „afferenzstimulierende“ oder „neurologische“ Einlagen subsumiert, um nur einige zu nennen. Manchmal werden die Namen der Entwickler oder Hersteller als Ergänzung angefügt (z. B. Jahrling-, Springer- oder Aich-Einlagen), manchmal wird in der Bezeichnung auf die Bauweise angespielt (z. B. „Plättchen-Einlagen“), manchmal werden Kunstbegriffe gewählt (z. B. „podoätiologische“ Einlagen). Diese sprachliche Vielfalt, die auch die tatsächliche Vielfalt der unterschiedlichen Konzepte unter dem Oberbegriff „sensomotorisch“ widerspiegelt, erschwert die fachliche Diskussion darüber, was diese neueren Einlagentypen tatsächlich bewirken und wodurch ihre Wirkung hervorgerufen wird. Ziel dieses Artikels ist es, diese Vielfalt zu strukturieren, die möglichen Wirkungsweisen zu differenzieren und klarere Bezeichnungen für die genannten Einlagentypen vorzuschlagen.

**Schlüsselwörter:** Sensomotorik, Einlagen, Biomechanik

Abstract aus ORTHOPÄDIE TECHNIK 02/2022, S. 40–46

## Sportorthopädie

### F. I. Michel, A. Metzger Funktionelle Anforderungen an die Konstruktion von Laufschuhen – ein Überblick

Seit der Einführung der ersten industriell gefertigten Laufschuhe vor etwa 150 Jahren haben sich die drei primären funktionellen Anforderungen nicht geändert: Bei der Konzeption von Laufschuhen stehen nach wie vor Verletzungsprävention, Leistungsverbesserung und/oder Optimierung des Komforts im Mittelpunkt. Ebenso wenig haben sich die Hauptbestandteile und somit der prinzipielle Aufbau eines Laufschuhs verändert. Dieser setzt sich aus zwei wesentlichen Komponenten zusammen: dem Schaft und der Bodeneinheit, die aus Zwischensohle und Außensohle besteht. Dennoch hat der Laufschuh nicht nur sein Aussehen gravierend verändert – auch seine Einsatzgebiete sind vielfältiger geworden, was wiederum in der Ausprägung seiner funktionellen Eigenschaften deutlich erkennbar ist. Der Artikel stellt neben aktuellen Laufschuhtrends auch neueste Materialentwicklungen und damit verbundene moderne Fertigungstechnologien vor, deren Anwendung in der Orthopädie-Technik als sinnvoll erachtet wird.

**Schlüsselwörter:** Laufschuhe, Funktion, Konstruktion, Konzepte, Trends

Abstract aus ORTHOPÄDIE TECHNIK 10/2020, S. 40–50

## Biomechanik

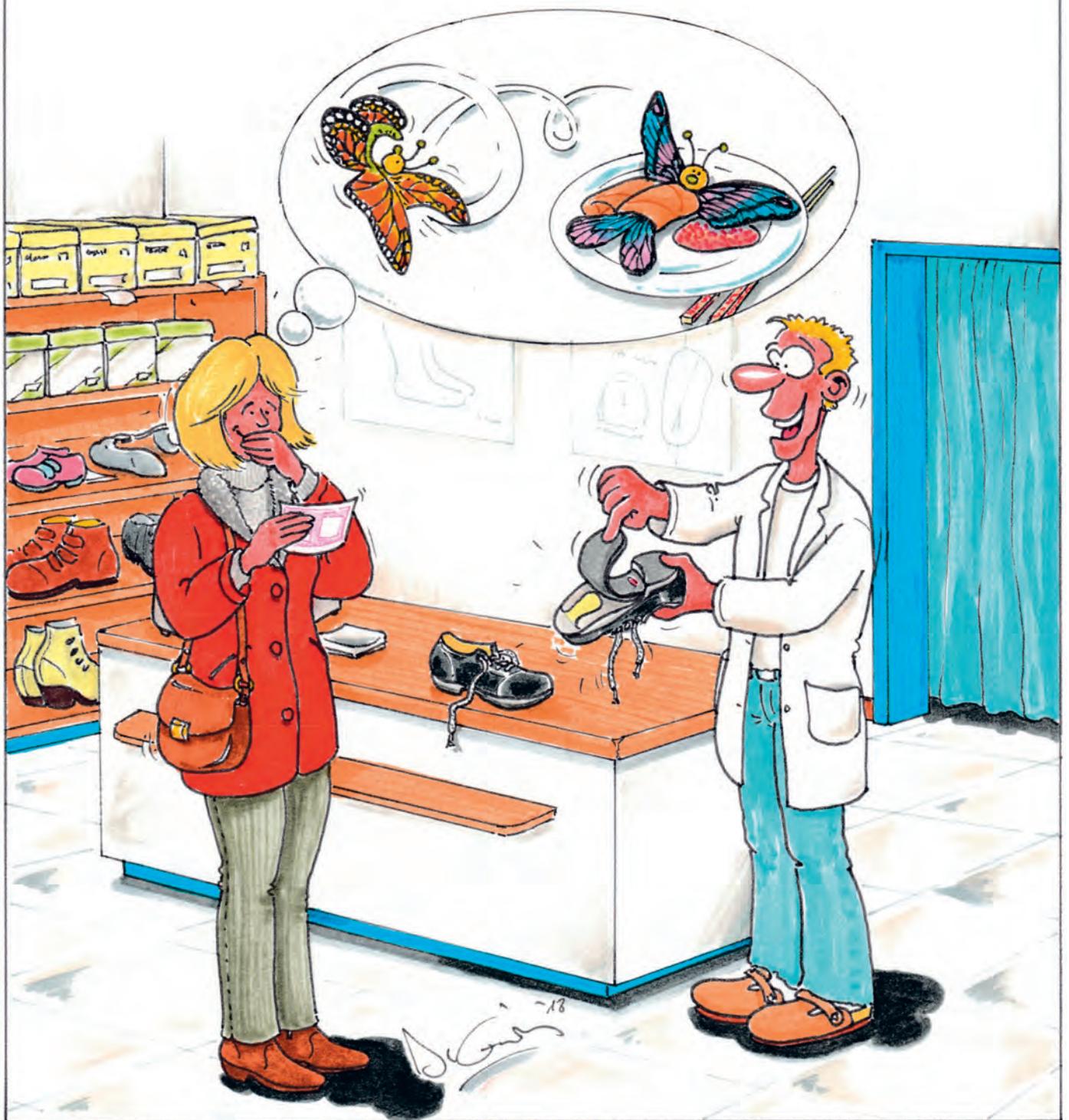
### Th. Stief, T. Sprekelmeyer Entwicklung und Evaluation einer 3D-gedruckten bionischen Fußorthese mit Unterstützung des Windlass-Effekts

Eine hohe Beweglichkeit des Fußes ist notwendig, um Belastungen zu dämpfen. Andererseits muss der Fuß aber auch eine starre Konfiguration einnehmen können, da er als Hebel für den Vortrieb essenziell ist. Gewährleistet wird dies durch den sogenannten Windlass-Mechanismus („Seilwinden-Mechanismus“): Werden die Zehen dorsalextendiert, spannen sich die plantaren Muskeln, Sehnen und Bänder an – Mittel- und Rückfuß werden aufgerichtet, supiniert und auf diese Weise ein rigider Hebel erzeugt. Bei vielen Fehlstellungen ist dieser Mechanismus beeinträchtigt oder gar nicht vorhanden; keine Einlage kann ihn bisher aktiv unterstützen oder ersetzen. Die hier vorgestellte 3D-gedruckte bionische Fußorthese unterstützt den Windlass-Mechanismus, wodurch eine dynamische Unterstützung des Fußes ermöglicht wird. In einer biomechanischen Studie konnten die positiven Effekte der 3D-gedruckten bionischen Fußorthese nachgewiesen werden.

**Schlüsselwörter:** Biomechanik, Bionik, 3D-Druck, Windlass-Mechanismus, Fußorthese, Einlage

Abstract aus ORTHOPÄDIE TECHNIK 04/2022, S. 56–60

# „Schmetterlingsrolle“



# Das erste von Orthopädieschuhtechnikern und Medizinern gemeinsam entwickelte Standardwerk zur orthopädieschuhtechnischen Versorgung

## Kompendium

### Qualitätsstandard im Bereich Fuß und Schuh

Tymoteusz Budny  
Franz Fischer  
Bernhard Greitemann  
Ulrich Hafkemeyer  
Melanie Horter  
Michael Möller  
Sabine Ochman  
Christoph Schulze  
Hartmut Stinus  
Michael Volkery  
Markus Walther  
Stefan Woltring

**DGIHV**   
Deutsche Gesellschaft für  
interprofessionelle Hilfsmittelversorgung e. V.



**Buch:**  
ISBN 978-3-948119-14-0  
**E-Book:**  
ISBN 978-3-948119-15-7

**Preis für Buch  
und E-Book:**  
jeweils 119,00 €

**Erscheinungstermin:**  
Oktober 2022

**Herausgeber:**  
Deutsche Gesellschaft für interprofessionelle  
Hilfsmittelversorgung e. V. (DGIHV)



**Schriftleiter:**  
Michael Möller  
Dr. Hartmut Stinus

**Vertrieb durch:**  
Verlag Orthopädie-Technik



**Hier  
vorbestellen:**  
<https://biv.to/fussundschuh>

