

Fuß und Schuh

Sonderausgabe 2023

Der BORT X-Walker ist da!

Das neue Orthesenprogramm zur Versorgung von Fuß- und Sprunggelenksverletzungen



BORT X WALKER

Großflächiges Vakuum-System

- Formschlüssige Bettung und Stabilisierung
- Integriertes, mit Granulat gefülltes Vakuumkissen für eine optimale Anpassung an die Fuß- bzw. Unterschenkelform

Mehr erfahren:



BORT. Das Plus an Ihrer Seite.®

Mit Standards
Qualität in der
Versorgung sichern

Gewusst wie:
Neue Fachkräfte
dank starker Marke

Messtechnik zur
Prävention und Behandlung
beim Diabetischen Fußsyndrom

Peer-Review

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



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

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

Empfohlen von den Fachgesellschaften und Verbänden:
BIV-OT, BVOU, D.A.F., DGOU, DGOOC, GFFC, ZVOS

Herausgeber:

Deutsche Gesellschaft für interprofessionelle
Hilfsmittelversorgung e. V. (DGIHV)



Schriftleiter:

OSM Michael Möller
Dr. Hartmut Stinus

Vertrieb durch:

Verlag Orthopädie-Technik



Verlag
Orthopädie-Technik

**Hier
bestellen:**

<https://biv.to/fussundschuh>



Wie wir uns die Welt erschließen

Als mir meine Tante im Sommer begeistert Fotos von Ihrem Besuch der Frida-Kahlo-Ausstellung in Hamburg zeigte, blieb ich an einem Zitat hängen. „Feet – what do I need you for, when I have wings to fly?“ („Füße, wozu brauche ich sie, wenn ich Flügel habe, um zu fliegen?“) schrieb die mexikanische Künstlerin 1953 in ihr Tagebuch. Erst erkrankte sie an Kinderlähmung, dann erlitt sie einen schweren Verkehrsunfall und ein Jahr vor ihrem Tod folgte die Amputation ihres rechten Beins. Das Malen ließ sie sich aber nie nehmen.

Es sind Schicksale, die berühren und demütig machen, voller Respekt und Achtung auf das Leben und Lebenswerk blicken lassen. Es sind aber ebenso Schicksale, die vor Augen führen, wie sich Medizin und Technik entwickelt haben und stets weiterentwickeln. Flügel – ja, die schuf sich Frida Kahlo durch die Malerei. Es war ihr Weg, sich die Welt zu erschließen. Mediziner:innen und Orthopädieschuhmacher:innen bauen vielleicht keine Flügel, ebnen aber doch den Weg durchs Leben. Wie die beste Versorgung aussieht, haben Expert:innen in enger Zusammenarbeit definiert. Als ich vor ziemlich genau einem Jahr den Stift ansetzte, um das Editorial für die erste Sonderausgabe „Fuß und Schuh“ des Verlags OT zu verfassen, waren die Seiten des frisch gedruckten Kompendiums „Qualitätsstandard im Bereich Fuß und Schuh“ gerade erst trocken und die Euphorie in der Branche groß – ist sie das nach wie vor? Wie kommt das Werk in der Branche an? Hält es das, was die Herausgeber:innen versprechen? Für die aktuelle Sonderausgabe hat sich ein Autorenteam um Dr. Dirk Theodor Schraeder zusammengetan und in Form einer Rezension Bilanz gezogen. Mit Orthopädieschuhmacher-Meister Michael Möller und Dr. med. Hartmut Stinus blicken zudem die beiden Schriftleiter des Werks zurück. Lesen Sie mehr ab Seite 6.

Während das Kompendium zu einem Standardwerk für Vertreter:innen aus Medizin, OT und OST werden sollte, war der Ruf nach einem Standard auch an anderer Stelle zu vernehmen. „Bisher existiert keine aktuelle, umfassende und standardisierte Darstellung und Beschreibung des versorgungszielgeleiteten Prozesses der individuellen orthopädischen Einlagenversorgung“, war sich eine Expertengruppe um Dr. Annette Kerkhoff einig und

erarbeitete daraufhin einen Standard. Für Kerkhoff eine optimale Ergänzung zum Kompendium. Den gesamten Leitfaden lesen Sie ab Seite 8.

Zwar nach Standard versorgt, aber eben doch kein Standardprodukt: Das ist der Anspruch von Anastasia Anastasiadou, Inhaberin des OST-Betriebs Footopia. Sie und ihr Team leben den Rocklifestyle, wollen das OST-Image entstauben und ihren Kund:innen eine Versorgung bieten, die nicht nur ihren medizinischen Zweck erfüllt, sondern auch zu der individuellen Persönlichkeit passt (ab Seite 40). Denn nicht zuletzt ist das die Voraussetzung für die allseits gepredigte Compliance. „Wenn man ein Hilfsmittel baut, das gut funktioniert, das der Patient aber nicht trägt, hat man nichts gewonnen“, ist auch OSM Kai Strecker überzeugt. Welche Vor- und Nachteile haben Walker, Zweischalenorthesen und Total Contact Cast bei der Versorgung von Patient:innen mit diabetischem Fußsyndrom? Das erläutert er ab Seite 38.

Schön, wenn ein Betrieb gute Versorgung leistet. Aber blöd, wenn das niemand weiß. Wie wichtig Markenbildung für den Erfolg eines Unternehmens ist, damit kennt sich Georg Sislak, Geschäftsführer der Werbeagentur Sislak Design, bestens aus. „Um von Kund:innen und potenziellen Mitarbeiter:innen wahrgenommen zu werden und um sich von der Masse abzuheben, braucht ein Unternehmen ein Alleinstellungsmerkmal“, erklärt er. Auf dem Weg, ihre eigene Marke aufzubauen, unterstützt Sislak sowohl OST- als auch OT-Betriebe und Sanitätshäuser (ab Seite 35). Wer hoch hinaus will, sollte aber nicht zu schnell vom Boden abheben: „Schritt für Schritt“ lautet daher seine Devise.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen beim Lesen!



Foto: BIV-OT/Engelbrecht



40

Inhalt

Editorial

- 3 Wie wir uns die Welt erschließen
- 6 Grundstein für die Versorgung – eine Rezension zum Kompendium „Qualitätsstandard im Bereich Fuß und Schuh“
- 7 Mit Aktualisierungen stets „im Fluss“
Interview mit Michael Möller und Dr. Hartmut Stinus
- 8 Definition eines Versorgungsstandards in der orthopädischen Einlagenversorgung
A. Kerkhoff et al.

Messtechnik

- 16 Nahtlose und dauerhafte Integration weicher und dehnbarer Drucksensoren in individuell angepasste und digital gefertigte orthopädische Hilfsmittel
R. Koeppe et al.

Einlagenversorgung

- 22 Der Einfluss maßgefertigter Korrekturereinlagen auf die Aktivität von M. fibularis longus und M. tibialis anterior im Oberflächen-EMG
L. Fischer et al.
- 28 Temperaturmesssohle zur Prävention eines diabetischen Fußsyndroms
L. Eschenburg
- 35 Wie Markenbildung zur Gewinnung neuer Fachkräfte beitragen kann
- 38 Eine Frage der Sicherheit
Interview mit Kai Strecker
- 40 Mit Persönlichkeit zum Ziel – Kundenansprache anders gedacht
Interview mit Anastasia Anastasiadou

- 42 Abstracts



28



16



38



IMPRESSUM

ORTHOPÄDIE TECHNIK:

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

ISSN 0340-5591

Herausgeber:

Bundesinnungsverband
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

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 (Programmleitung; V. i. S. d. P.)

Redaktion:

Pia Engelbrecht (Leitung), Anja Knies,
Brigitte Siegmund

Gestaltung:

Miriam Klobes, Marcus Linnartz

Druckvorstufe/Druck:

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



JETZT MIT ÜBER 170
EINLAGENROHLINGEN

[www.schein.de/
einlagensuche](http://www.schein.de/einlagensuche)



Wir helfen

NovaPED
by **schein**
ORTHOPÄDISCHE EINLAGENROHLINGE LAGERSORTIMENT



Grundstein für die Versorgung – eine Rezension zum **Kompendium** „Qualitätsstandard im Bereich Fuß und Schuh“

Für Dr. Dirk Theodor Schraeder ist das Kompendium eine praktische Hilfestellung für die leidensgerechte Versorgung von Betroffenen.

Vor rund einem Jahr veröffentlichte die Deutsche Gesellschaft für interprofessionelle Hilfsmittelversorgung e. V. (DGIHV) das Kompendium „Qualitätsstandard im Bereich Fuß und Schuh“ – das erste von Orthopädienschuhmacher:innen und Mediziner:innen gemeinsam entwickelte und verabschiedete Standardwerk zur orthopädie(schuh)technischen Versorgung. Welchen Nutzen bietet das Werk für das Fach? Bleiben Fragen offen? Dr. med. Dirk Theodor Schraeder, Chefarzt der Abteilung für Technische Orthopädie am Hospital zum Hl. Geist Geseke, sowie Finn Buttgeriet, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Angewandte Mechanik, Universität Paderborn, und Dr.-Ing. Tommy Schafran, Lehrbeauftragter für das Fach Biomechanik in der Technischen Orthopädie, Universität Paderborn, haben sich das Kompendium genau angeschaut und in der folgenden Rezension bewertet.

Das Kompendium „Qualitätsstandard im Bereich Fuß und Schuh“ ist als Zusammenstellung der üblichsten Fußdeformitäten und deren Behandlungsmöglichkeiten eine praktische Hilfestellung für die leidensgerechte Versorgung von Betroffenen.

Die Einführungen in die Untersuchungen des Fußes durch die Mediziner und in die Grundlagen der orthopädie(schuh)technischen Versorgung durch die Orthopädienschuhmacher können in ihrer Kürze für alle beteiligten Parteien einen guten Überblick erzeugen, der durch die gemeinsamen Checklisten sinnvoll ergänzt wird. Hervorzuheben sind auch die tabellarischen Zusammenstellungen der Verordnungstexte zu verschiedenen Indikationen sowie die Aufführung der Anpassungsmöglichkeiten der Hilfsmittel. Diese bieten für die Praxis besonderen Mehrwert und können insbesondere Mediziner dabei unterstützen, zielgerichteter zu verschreiben und somit bessere Kommunikation und Versorgung zu gewährleisten.

Mit der im Kompendium aufgezeigten Systematik, die sich an der klinischen Untersuchung orientiert, können Standardformulierungen in Rezepten wie beispielsweise „ein Paar Formeinlagen nach Abdruck“ im Alltag zukünftig vermieden werden.

Im Ergebnis kann eine leidensgerechte Versorgung umgesetzt werden, die sich am Wirtschaftlichkeitsprinzip orientiert, da die klinikbasierte Zuordnung der Hilfsmittelversorgung die notwendige Einordnung ermöglicht.

In dem zuvor genannten Zusammenhang kann auf die von Prof. Bernhard Greitemann propagierte „High-end-Versorgung“ verwiesen werden, die zweckmäßig sein muss sowie das Maß des Notwendigen nicht überschreiten darf und sich in der Realität an wissenschaftlichen Kriterien messen

lassen muss. Zudem ist der individuelle Bedarf der Patienten zu berücksichtigen. Das „Wirtschaftlichkeitsprinzip“ ist kein „Prinzip der billigsten Lösung“ und in diesem Zusammenhang ist die individuelle Versorgung in den im Kompendium aufgeführten Kategorien zielführend. Der verordnende Arzt bekommt detaillierte Hinweise zur Verordnung und den klinischen Befunden, die in der Verschriftlichung des Rezeptes wichtig sind und mit denen auch klinische Nuancen bedacht werden können. Die Strukturierung anhand der klinischen Befunde und die Einteilung der Deformitäten vereinfacht das Vorgehen. Wünschenswert wäre hier eine genauere Einteilung in funktionelle und strukturelle Deformitäten sowie genaue Kriterien, die ansonsten subjektive Einordnungen relativieren. Was „schwer“ und was „leicht“ bedeutet, wird im Alltag subjektiv geklärt, hier bietet sich z. B. eine Ergänzung durch Kategorisierung der Deformitäten mithilfe von Winkeln im Röntgenbild an. Diese Objektivierung ist insbesondere für die Argumentationen mit den Hilfsmittelabteilungen der Krankenkassen und dem Medizinischen Dienst ein wichtiges Werkzeug.

Wünschenswert wäre für die Zukunft des Kompendiums eine Trennung von Deformitäten und Pathologien des Fußes. Denn schon vor den alltagsbedingten Erkrankungen haben Menschen meist eine Deformität im unteren Sprunggelenk („Pes cavus“ bis „Pes plano“) sowie im oberen Sprunggelenk („Pes equinus“ bis „Pes calcaneus“). Zur besseren Einordnung hilft es, wenn diese von klinischen pathologischen Zuständen wie Lähmungen und dem rheumatischen oder diabetischen Fußsyndrom getrennt werden. Derzeit werden diese jeweiligen Erkrankungen auf die Deformitäten aufgestülpt. Aus dem Wissen über die Kombination aus Erkrankung mit der jeweiligen Vordeformität vereinfacht sich das Verständnis für die sichtbaren Schädigungen. So ergibt sich erst aus der Kombination, warum beispielsweise bei der Neuropathie unter Verkürzung der Achillessehne das Malum perforans beim Pes plano unter MFK 1 (*Mittelfußknochen, Anm. d. Red.*) und beim schweren Cavus unter MFK 5 liegt.

Insgesamt ist die vorgelegte Systematik ein sehr gutes Hilfsmittel, um im Verordnungsalldag eine gemeinsame Systematik und Sprache zwischen orthopädischen Ärzten, Orthopädie(schuh)technikern/machern und Krankenkassen sowie dem Medizinischen Dienst herzustellen, was die Alltagsarbeit sowohl in der Versorgung der Patienten als auch in den Genehmigungsverfahren zu vereinfachen hilft. Wenn alles aufgeschrieben und mit allen Seiten gut geklärt ist, können der Schreibaufwand des Alltags reduziert und Stress minimiert werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Kompendium ein sehr guter Grundstein für die Versorgung ist. Wünschenswert wäre es, das Kompendium insbesondere unter biomechanischen Kriterien für die Zukunft weiterzudenken.

*Dr. med. Dirk Theodor Schraeder,
Finn Buttgeriet, Dr.-Ing. Tommy Schafran*

Mit Aktualisierungen stets „im Fluss“

Innerhalb des Kompendiums treffen Medizin auf Handwerk, Theorie auf Praxis, Diskussionen auf Konsens. So auch an der Spitze des Werks. Orthopädieschuhmacher-Meister Michael Möller, Geschäftsführer Möller Orthopädie-Schuh-Technik, und Dr. Hartmut Stinus, Orthopäde und Unfallchirurg, Göttingen, übernahmen als Technischer Chair sowie Medizinischer Chair die Schriftleitung des Werks. Im Gespräch mit der OT-Redaktion ziehen sie ein Jahr nach der Veröffentlichung ein erstes Resümee.

OT: Egal ob Techniker:in, Mediziner:in oder Kostenträger: Das Kompendium soll ein Leitfaden für alle Akteure im Gesundheitswesen sein. Ist es im Versorgungsallday angekommen?

Michael Möller / Hartmut Stinus: Wir haben im Kompendium sehr viele Informationen in Tabellen hinterlegt, um einen schnellen Überblick zu ermöglichen. Uns wird durchaus gespiegelt – sei es von Technikern, Ärzten oder den Kostenträgern –, dass gerade auf diese tabellarische Zusammenfassung des Kompendiums, deren Inhalte dann im Text auch ausführlich erklärt werden, zurückgegriffen wird. Weil wir auch die Evidenz, gerade im Bereich der Einlagenversorgung, in das Kompendium haben einfließen lassen, ist es für alle Beteiligten sicherlich ein wertvolles Instrument, wie uns immer wieder berichtet wird.

OT: Welche Rückmeldungen haben Sie in den vergangenen Monaten zu dem Werk erhalten?

Möller / Stinus: Wir haben äußerst viele positive Rückmeldungen erhalten, da das Kompendium als praktischer Ratgeber sowohl bei Orthopädietechnikern und -schuhtechnikern als auch bei Ärzten sehr geschätzt ist. Dies hängt sicherlich auch damit zusammen, dass wir hervorragende Experten im Bereich der Orthopädie-Technik und -Schuhtechnik sowie ärztliche Kompetenz für das Kompendium gewinnen konnten.

OT: Das Werk richtet sich an verschiedene Professionen. Gab es bei den Rückmeldungen von einzelnen Berufsgruppen spezifische oder wiederholte Nachfragen oder Anmerkungen?

Möller / Stinus: Nachfragen und Anmerkungen gab es durchaus, die wir immer auch gerne aufgenommen und beantwortet bzw. diskutiert haben. Ein Thema, was sicherlich kontrovers diskutiert wurde, sind sensomotorische Fußorthesen. Wir freuen uns sehr, dass inzwischen einige wissenschaftliche Arbeiten durchgeführt werden, nach deren Abschluss dieses Thema sicherlich noch einmal neu bewertet werden muss.



Fotos [2]: Möller Orthopädie-Schuh-Technik / privat

Haben seit Erscheinen des Kompendiums viele positive Rückmeldungen erhalten: Michael Möller (links) und Dr. Hartmut Stinus.

OT: Sie haben stets betont, dass das Kompendium nicht abgeschlossen sei. Stand heute: An welchen Stellschrauben müssen Sie nachjustieren und wo sehen Sie bereits jetzt Aktualisierungsbedarf?

Möller / Stinus: Wie gerade erwähnt, können nach Abschluss der wissenschaftlichen Arbeiten zu sensomotorischen Fußorthesen Teile ggf. neu bewertet werden. Bei der Versorgung des diabetischen Fußsyndroms war der Beratungsausschuss für das Orthopädie-Schuhtechnik-Handwerk in Kooperation mit den politischen Gremien in Berlin sehr aktiv. Im Beratungsausschuss finden sehr intensive Diskussionen mit Vertretern der Kostenträger, mit Ärzten sowie Orthopädieschuhtechnikern statt. Diese Diskussionen sind sehr sachlich und immer ergebnisoffen gestaltet. Und dies – man mag es in der heutigen Zeit kaum glauben – in einem angenehmen, immer ergebnisorientierten guten Gesprächsklima. Dies wird inzwischen auch in Berlin so gesehen. Das Kompendium ist im Fluss, und sobald es neue wissenschaftliche Erkenntnisse gibt – zu denen auch Experten-Meinungen zählen – werden wir dies gerne diskutieren und bei einem Konsens in der Autorenschaft in das Kompendium einpflegen. Insofern der Aufruf an Kollegen und Kolleginnen aus Technik, an Kostenträger sowie Ärzte und Ärztinnen: Melden Sie sich gerne und schreiben Sie uns, was gefällt, oder benennen Punkte, bei denen Sie der Ansicht sind, dass es hier einer Änderung bedarf. Gern werden wir dies im Experten-Gremium der Autoren des Kompendiums intensiv besprechen.

Die Fragen stellte Pia Engelbrecht.

Das Kompendium kann über den Webshop des Verlags OT unter 360-ot.de als Print- und E-Book-Version bestellt werden.

Definition eines Versorgungsstandards in der orthopädischen Einlagenversorgung

Ist die orthopädische Einlagenversorgung tatsächlich so einfach, wie sie vielleicht auf den ersten Blick erscheint? Die Autoren haben sich mit dieser Frage auseinandergesetzt, den Prozess der Einlagenversorgung analysiert und einen zielorientierten Versorgungsstandard entwickelt. Zum ersten Mal wird beschrieben, welche Schritte, Tätigkeiten und Kompetenzen für eine individuelle strukturierte Einlagenversorgung essenziell sind, um die Qualität der Versorgung von Patienten zu gewährleisten.

Hintergrund

Orthopädische Einlagen sind in Deutschland bewährte und anerkannte Medizinprodukte. Laut dem Spitzenverband der gesetzlichen Krankenkassen wurden 2020 ca. 4,4 Mio. Patienten mit orthopädischen Einlagen versorgt. Der therapeutische Nutzen dieser Hilfsmittel steht für die verordnenden Ärzte und alle Leistungserbringer außer Frage. Das geht aus den Stellungnahmen der ärztlichen Fachgesellschaften zur Einlagenversorgung sowie aus verschiedenen medizinischen Leitlinien hervor. In international anerkannten Publikationen konnte die Wirksamkeit von Einlagen bei verschiedenen Indikationen nachgewiesen werden. Ein weiterer Beleg für die Wirksamkeit der Einlagenversorgung ist z. B. eine durch das Institut für Demoskopie Allensbach durchgeführte Patientenbefragung. 93 % der 400 befragten Patienten gaben an, dass sie zufrieden oder sehr zufrieden mit den Versorgungen sind. Zudem schilderten 89 %, dass Einlagen ihnen viel oder sehr viel helfen würden.

Trotz des nachgewiesenen Nutzens kommen Kostenträger, wie z. B. Krankenkassen, zu einer teilweise gegensätzlichen Nutzeneinschätzung von Einlagen. Des Weiteren werden die Komplexität der Einlagenversorgung und das für eine adäquate Versorgung notwendige Know-how unterschätzt. Das mag auch daran liegen, dass für Außenstehende ohne Versorgungsexpertise eine orthopädische Einlage im Vergleich zu anderen Hilfsmitteln und anderen therapeu-

tischen Maßnahmen sehr „einfach“ erscheint. Dabei wird auch übersehen, dass es sich um ein in ein individuelles Versorgungskonzept eingebettetes Hilfsmittel handelt.

Für die optimale, auf die individuellen Bedürfnisse und Beschwerden der Patienten abgestimmte Einlagenversorgung müssen die Leistungserbringer nicht nur handwerkliche Fähigkeiten, sondern im hohen Maße orthopädische, biomechanische und neurophysiologische Kenntnisse besitzen. Beispielsweise können bei Vorfußdeformitäten in Verbindung mit Atrophien des Fußsohlengewebes Spitzendrücke im Bereich der Metatarsalköpfe von mehr als 1.000 kPa auftreten. Bei Patienten mit einem normalen Schmerzempfinden, wie z. B. bei Rheumatikern, kann diese hohe Belastung zu erheblichen Gangstörungen mit einhergehender Überbeanspruchung von benachbarten Strukturen, z. B. im Bereich des Kniegelenks, und reduzierter Alltagsmobilität führen. Eine gute individuelle Versorgung hat das Ziel, die hohen Spitzendrücke so zu reduzieren, dass Schmerzen minimiert werden und bei entsprechender Schmerzreduktion die alltägliche Mobilität erhöht wird. Um die Versorgungsziele zu erreichen und zu überprüfen, sind eine breite und tiefe Fachkompetenz, eine adäquate technische und räumliche Ausstattung und ein strukturiertes Vorgehen notwendig. Selbstverständlich sind die Zielführung und die Wirkung von Einlagen im hohen Maß auch von der gewissenhaften und fachlich kompetenten Durchführung der Versorgung abhängig.

Die Indikationen für orthopädische Einlagen umfassen in der Produktgruppe (PG) 08 (Einlagen) mehr als 30 Indikationen vom Knick-Senk-Spreizfuß mit Belastungsbeschwerden bis zu schweren kontrakten Fußfehlformen. Darüber hinaus fallen Überbeanspruchungen des Muskel- und Sehnenapparates und Knie-, Hüft- und Wirbelsäulenprobleme in den Versorgungsbereich für Einlagen. Die vielfältigen Indikationen können nur durch individuelle Einlagen adäquat behandelt werden. Betrachtet man die individuellen Ausprägungen der Indikationen, eventuelle Wechselwirkungen von verschiedenen Beschwerdebildern und die unterschiedlichen Einsatzgebiete von Einlagen, wie z. B. Alltag, Beruf oder Sport, so wird deutlich, wie komplex eine Versorgung mit Einlagen ist.

Die hier angerissene Komplexität verdeutlicht die Notwendigkeit einer systematischen Herangehensweise an die gesamte Einlagenversorgung. Im aktuellen Hilfsmittelverzeichnis finden sich in der PG 08 rudimentäre Beschrei-

¹Kompetenzzentrum Orthopädieschuhtechnik

²Studiengemeinschaft Orthopädieschuhtechnik Hannover e. V.

³Bundesfachschule für Orthopädie-Schuhtechnik Hannover

⁴ARGE PG 08

bungen zur Befundung, zum Maßnahmen, zur Abdrucktechnik, Abgabe, Einweisung und Dokumentation. Diese sind aber für die praktische Umsetzung in der Versorgung nicht ausreichend.

Bisher existiert keine aktuelle, umfassende und standardisierte Darstellung und Beschreibung des versorgungszielgeleiteten Prozesses der individuellen orthopädischen Einlagenversorgung. Das hat zur Folge, dass die Komplexität der Versorgung nur unzureichend für die Patienten, die Verordner und die Kostenträger darstellbar und nachvollziehbar ist. Darüber hinaus können Versorgungsziele nicht ausreichend quantifiziert und dokumentiert werden, was die Vergleichbarkeit und die Transparenz der Versorgung einschränkt.

Ziel der Entwicklung des vorgestellten Versorgungsstandards war es, ein strukturiertes, nachvollziehbares und transparentes Vorgehen in der orthopädischen Einlagenversorgung zu definieren und etablieren. Der Standard beschreibt einen standardisierten, strukturierten und zielorientierten Versorgungsprozess und ist auf alle Indikationen und Produktarten der PG 08 übertragbar. Durch den Versorgungsstandard wird nicht festgelegt, welche Einlage eingesetzt wird und wie die Ausführung der Einlage erfolgt.

Der Versorgungsstandard

Der vorgestellte Versorgungsstandard für die orthopädische Einlagenversorgung wurde auf der Basis der Prozessbeschreibung von Thomas Stief von einem interdisziplinären Expertengremium weiterentwickelt. Mitglieder des Gremiums sind Hans-Georg Ahrens, Annette Kerkhoff, Tino Sprekelmeyer, Thomas Stief und Jürgen Stumpf.

Im Mittelpunkt jeder Versorgung mit orthopädischen Einlagen steht der Patient mit seinen individuellen Beschwerden und Bedürfnissen. Aus diesem Grund steht er im Mittelpunkt der Entwicklung des Versorgungsstandards für Einlagen. Umfangreiche Erkenntnisse der Ein-

lagenversorgung der letzten Jahre, sowohl aus den Bereichen der Befundung, der Funktionstests, der qualitativen und apparativen Analyseverfahren als auch der neuesten Fertigungstechniken sind in den Prozess eingeflossen.

Die Darstellung des Versorgungsstandards erfolgt über eine kurze Beschreibung des Gesamtprozesses. Anschließend werden die Hauptprozessschritte und die einzelnen Prozessschritte ausführlich erläutert.

Überblick über den Gesamtprozess

Der standardisierte Versorgungsprozess ist für die gesamte PG 08 anwendbar, unabhängig von der Produktart und der jeweiligen Indikation. Er besteht aus drei Hauptprozessschritten, die miteinander in Verbindung stehen, und wird unterteilt in die Schritte (s. Abb. 1):

1. versorgungsrelevante Informationserhebung und Beratung mit dem Hauptfokus auf der Definition der Versorgungsziele,
2. Produktauswahl und Produktgestaltung mit der Umsetzung der Versorgungsziele und
3. Auslieferung und Versorgungskontrolle mit der Überprüfung des Erreichens der Versorgungsziele.

Wie läuft eine Versorgung ab?

In der Regel sucht der Patient bei (orthopädischen) Beschwerden einen Arzt auf. Dieser ermittelt den Versorgungsbedarf und stellt ein Rezept mit der zu verordnenden Produktart und entsprechender Indikation aus. Mit der Verordnung wendet sich der Patient an einen Leistungserbringer der Orthopädie(schuh)technik seiner Wahl.

Im Betrieb des Leistungserbringers werden im ersten Hauptprozessschritt „versorgungsrelevante Informations-

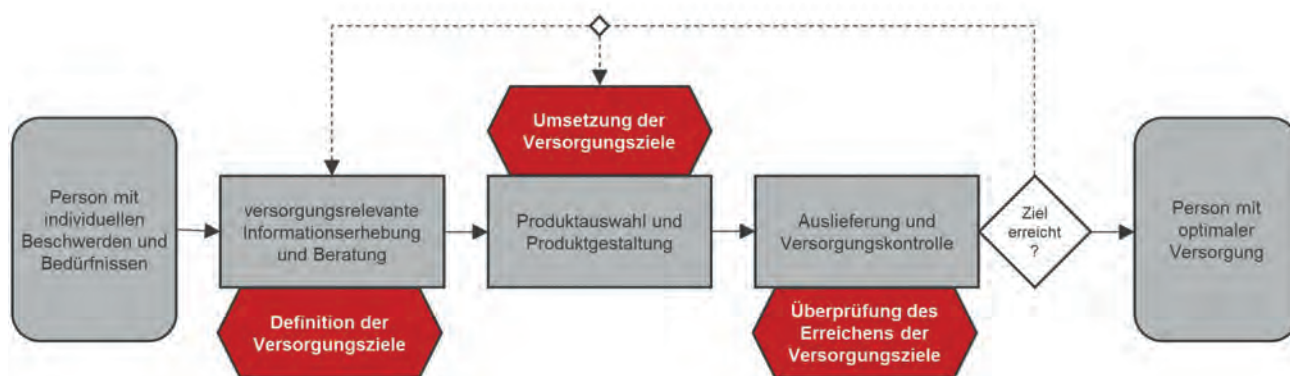
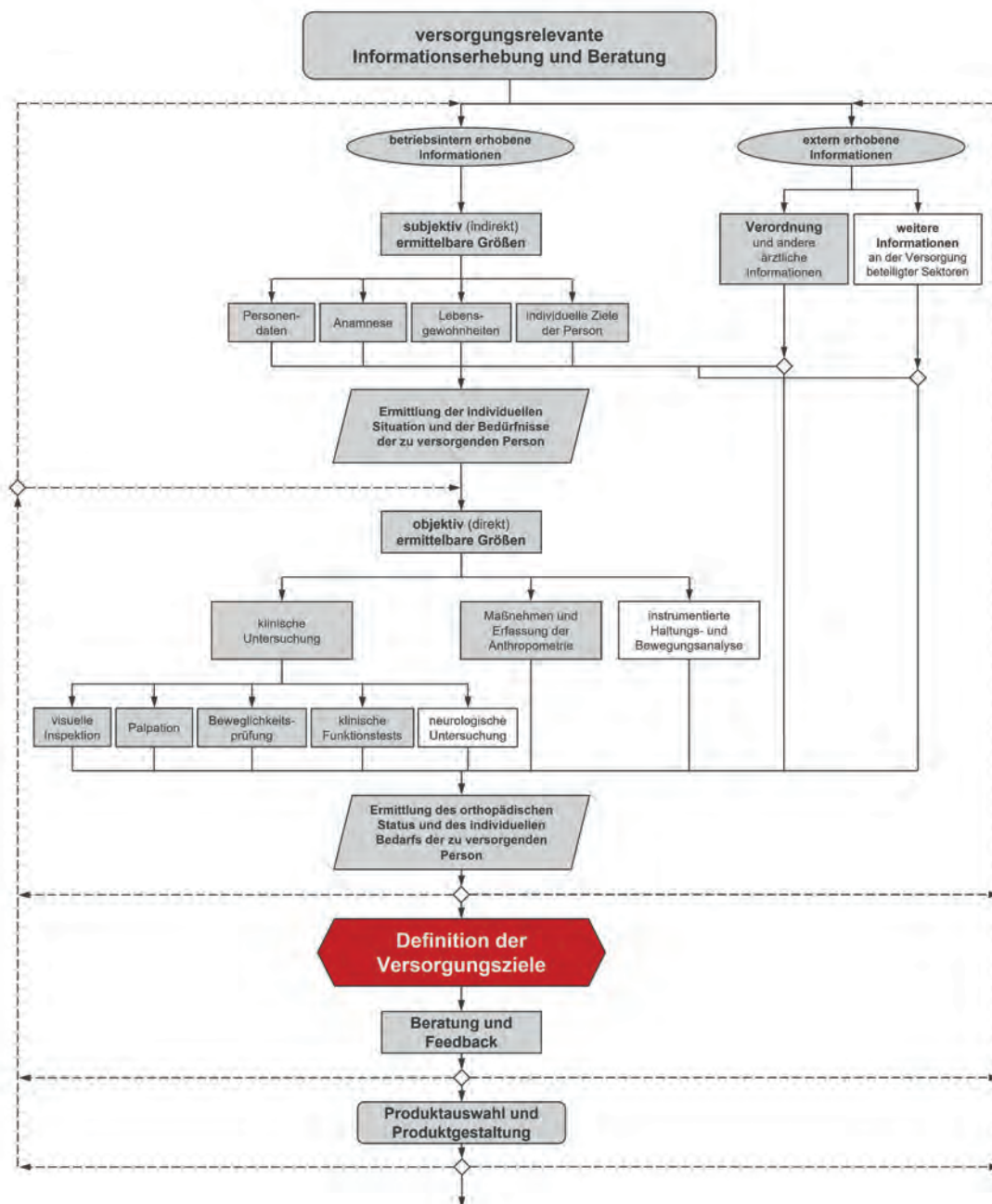


Abb. 1 Darstellung der Hauptprozessschritte des standardisierten Versorgungsprozesses in der orthopädischen Einlagenversorgung; Prozessverlauf grundsätzlich von links nach rechts. Werden Versorgungsziele nicht erreicht, muss eine Schleife zu den vorherigen Prozessschritten durchlaufen werden.



- Prozessschritt der Basis(befund)erhebung
= zwingend notwendige Prozessschritte
- Prozessschritt der erweiterten Befunderhebung
= optional notwendige Prozessschritte
- Organisationseinheit
= stellt dar, ob die nächsten Prozessschritte intern oder extern geschehen
- Ziel
= muss erfolgreich abgeschlossen werden, dann mit nächsten *Prüfschritt mit Entscheidung* weiter im Prozess, sonst zurück zum entsprechenden Prozessschritt
- Definition der Versorgungsziele
= nur möglich, wenn alle vorangegangenen Prozessschritte erfolgreich abgeschlossen wurden
- Verbindung von Prozessschritten in Prozessrichtung (vertikal abwärts)
- Verbindung zu vorangegangenen Prozessschritten (vertikal aufwärts)
- UND Verzweigung
= alle folgenden Schritte sind zu durchlaufen
- Prüfschritt mit Entscheidung (ODER)
= sind alle notwendigen Informationen vorhanden, dann weiter (vertikal abwärts), sonst zurück zum entsprechenden Prozessschritt (gestrichelten Linien folgen)

Abb. 2 Detaillierte Darstellung des Hauptprozessschrittes 1: Versorgungrelevante Informationserhebung und Beratung.

erhebung und Beratung“ indikations-, beschwerde- und personenbezogene Daten erhoben. Sie münden gemeinsam mit der Beratung, der ärztlichen Verordnung und gegebenenfalls weiterer Informationen in die Definition realistischer und umsetzbarer Versorgungsziele. Die Definition der Versorgungsziele und die Erhebung des individuellen Beschwerdebildes (Ist-Zustand) sind für die erfolgreiche Umsetzung der Versorgung und somit der Wirkung der Einlage unerlässlich. Hier spielen insbesondere geeignete praxisrelevante Messgrößen für die Ermittlung und Analyse des Erreichens der Versorgungsziele eine wichtige Rolle.

Anhand der Versorgungsziele und mithilfe der erhobenen Daten wird anschließend im zweiten Hauptprozessschritt „Produktauswahl und Produktgestaltung“ das Hilfsmittel geplant, ausgewählt und gefertigt. Hierbei müssen u. a. Kompetenzen darüber herangezogen werden, mit welcher Einlagengestaltung und welchen Komponenten die Versorgungsziele erreicht werden können. Ziel des standardisierten Versorgungsprozesses ist nicht, die Produktauswahl und -gestaltung zu standardisieren. Deshalb erfolgt keine Beschreibung zur Auswahl und Gestaltung der Einlage. Dies ermöglicht, dass die Individualität in der individuellen Versorgung der Patienten bestehen bleibt.

Im dritten Hauptprozessschritt „Auslieferung und Versorgungskontrolle“ findet die Überprüfung des Erreichens der Versorgungsziele statt. Dazu gehört auch die Passformkontrolle. Die Überprüfung der Wirksamkeit der Einlage, d. h. die Ermittlung des Erreichens der Versorgungsziele, findet mit den gleichen Verfahren statt, die bei der Festlegung der Versorgungsziele eingesetzt wurden. Hierzu werden noch einmal die gleichen Parameter wie bei der Ermittlung des Ist-Zustands erhoben und anhand dieser das Erreichen der Versorgungsziele überprüft. Wurden die Ziele erreicht, ist die Person zu diesem Zeitpunkt optimal mit Einlagen versorgt. Wurden sie nicht erreicht, muss zu einem der vorherigen Hauptprozessschritte zurückgekehrt werden und eine erneute Informationserhebung und/oder eine Anpassung des Produktes erfolgen. Eventuelle Anpassungen oder andere Änderungen werden dokumentiert und anschließend wird erneut die Überprüfung des Erreichens der Versorgungsziele durchgeführt. Dieser sich wiederholende Ablauf findet so lange statt, bis die aufgestellten Versorgungsziele erreicht werden oder man feststellt, dass mit der gewählten Versorgung die Ziele nicht erreicht werden. Dann können dementsprechend weitere Maßnahmen, wie Schuhzurichtungen, ergänzend angewandt werden oder eine höhergradige Versorgung ist notwendig.

Durch die in der Praxis bisher nicht standardmäßig eingesetzten Werkzeuge „Definition der Versorgungsziele“, „Umsetzung der Versorgungsziele“ und „Überprüfung des Erreichens der Versorgungsziele“ wird der Prozess in ein strukturiertes, nachvollziehbares, transparentes und versorgungszielorientiertes Vorgehen, bei dem Bedürfnisse und Beschwerden der Patienten im Mittelpunkt stehen, überführt.

Detaillierte Darstellung der einzelnen (Haupt-)Prozessschritte

Im Folgenden wird auf die einzelnen (Haupt-)Prozessschritte und die Tätigkeiten in den jeweiligen Prozessschritten detailliert eingegangen.

Versorgungsrelevante Informationserhebung und Beratung

Die Informationserhebung nimmt eine essenzielle Rolle für den Erfolg der Versorgung ein und muss daher auch mit großer Sorgfalt erfolgen. Deshalb liegt ein Schwerpunkt der Beschreibung auf der richtigen versorgungsrelevanten Informationserhebung (s. Abb. 2), zu der u. a. die Anamnese, die klinische Untersuchung und das Maßnehmen zählen. Es werden in diesem Schritt alle für die Versorgung notwendigen Daten erhoben, dabei kann das Ausmaß der Datenerhebung sehr unterschiedlich ausfallen, je nach Indikation und Problemstellung. Der Leistungserbringer in der Orthopädie(schuh)technik hat die fachliche Kompetenz, zu entscheiden, welche Maßnahmen, wie z. B. welche Funktionstests oder welche weiterführenden Analysen für eine optimale individuelle Einlagenversorgung notwendig sind.

Die versorgungsrelevante Informationserhebung unterteilt sich in erster Ebene in zwei Stränge, in betriebsintern und in extern erhobene Informationen. Zu den extern erhobenen Informationen zählen die Verordnung und andere ärztliche Informationen, die der Patient mitbringt oder dem Leistungserbringer anders übermittelt werden. Zudem können weitere Informationen notwendig sein, die von anderen an der Versorgung beteiligten Sektionen stammen, wie z. B. von Physiotherapeuten.

In den ersten Schritten der betriebsinternen Informationsgewinnung werden sogenannte subjektiv ermittelbare Größen erhoben. Dazu gehören Personendaten, Anamnese-daten, Informationen zu Lebensgewohnheiten und den individuellen Zielen des Patienten. In der Anamnese werden u. a. konkrete Angaben zum Beschwerdebild, Angaben zum Körperbau und der Familien- und Sozialanamnese gemacht. Zum Beschwerdebild müssen insbesondere Informationen zur Lokalisation, Ausstrahlung, zum Charakter und zeitlichen Verlauf erhoben werden. Zu den Informationen über die Lebensgewohnheiten des Patienten zählt z. B. der Aktivitätsgrad. Diese Informationen können meist über Fragebögen (vorzugsweise digital) erhoben werden. Ein Fokus liegt auf der Ermittlung des Ist-Zustands und der persönlichen, individuellen (Versorgungs-)Ziele des Patienten. Ist ein Versorgungsziel z. B. eine Schmerzreduktion, so kann die aktuelle Schmerzsituation mit einem standardisierten und geprüften Verfahren wie z. B. einer Visuellen Analog Skala (VAS) erhoben werden. Alle notwendigen subjektiv ermittelbaren Daten fließen gesammelt in die Ermittlung der individuellen Versorgungssituation und der individuellen Bedürfnisse des Patienten ein.

Im nächsten Prozessschritt werden dann je nach Indikation und Beschwerdebild die sogenannten objektiv ermittelbaren Daten erfasst. Das Maßnehmen und die Erfassung der Anthropometrie, zu der auch Abformtechniken zählen, spielen eine wichtige Datengrundlage für die Herstellung der Einlagen. 2D- oder 3D-Daten vom Fuß und der Fußstellung enthalten aber nicht alle für die Versorgung essenziellen Informationen. So können beispielsweise Bewegungseinschränkungen und Pathologien, wie die Lokalisation und Ausprägung z. B. bei Fersenspornsbeschwerden, nicht aus diesen Informationen abgeleitet werden.

Ein zwingend notwendiger Schritt ist die klinische Untersuchung, bei der weitere versorgungsrelevante Informa-

tionen mit Standardverfahren erhoben werden. Mittels visueller Inspektion, die u. a. im Stehen und während der Fortbewegung durchgeführt wird, werden z. B. Fehlstellungen oder Asymmetrien erfasst. Über eine gezielte Palpation und Beweglichkeitsprüfung werden der Ausgangszustand, die Beschwerden und eventuell mögliche Ursachen der Beschwerden ermittelt. Auch die gezielte Anwendung von klinischen Funktionstests und einfachen neurologischen Untersuchungen kann notwendig sein.

Tabelle 1 listet relevante Verfahren auf, die je nach Indikation und Beschwerdebild einzusetzen sind. Gegebenenfalls kann eine weiterführende instrumentierte Haltungs- und Bewegungsanalyse notwendig sein. So können Einschränkungen und Beschwerden bei komplexen Bewe-

gungsabläufen betrachtet und dokumentiert werden. Bei entlastenden Maßnahmen, die z. B. zur Reduktion hoher plantarer Druckbelastung beim Rheumatiker eingesetzt werden, muss die Größe der Belastung über geeignete Verfahren erfasst werden. Die Auswahl praxis- und versorgungsrelevanter Messgrößen spielt eine wichtige Rolle. Bei der Ermittlung von Messgrößen sind valide und reliable (Standard-)Messverfahren einzusetzen.

Anhand aller erfassten Informationen werden der orthopädische Status und der individuelle Versorgungsbedarf des Patienten ermittelt und die Versorgungsziele festgelegt. Extern erhobene Informationen fließen ebenfalls in die Definition der Versorgungsziele ein. Diese müssen in der Beratung mit dem Patienten abgestimmt werden. Es

Verfahren zur Erfassung objektiv (direkt) ermittelbarer Größen	
Visuelle Inspektion	Im Sitzen: Hautbeschaffenheit, Druckstellen, Färbung, Narben, Verletzungen, ... Im Stehen: Haltungs- bzw. Formfehler, Achsfehlstellungen, Asymmetrien, Beckenstand, Stellung der Ferse, Too-many-toes-Zeichen, Rotationsfehlstellungen, ... Im Gehen: Beinachsen, Fußpositionierung, Oberkörperbewegung, Schrittlänge, Symmetrie, Bewegungsausmaß, ... Bisherige Versorgung: Getragene Schuhe (Abrieb, Einlageneignung), getragene Einlagen (Beanspruchung, Abnutzung), ...
Palpation	Hautbeschaffenheit: Druckstellen, Elastizität, Färbung, Narben, Verletzungen, Fußrückenhöcker, Fersensporn, Haglundexostose; Muskel- und Sehnenverläufe, ...
Maßnahmen und Erfassung der Anthropometrie	Blauabdruck, 2D / 3D Scan, Trittschaum, Gipsabdruck, Umfangsmaße, Längen- und Querschnittmaße, ...
Beweglichkeitsprüfung	Neutral-Null-Methode, ...
Klinische Funktionstests	Silverskjöld-Test, Push-Up-Test, Single heel rise-Test, Coleman-Block-Test, Zehenhebertest, ...
Neurologische Untersuchungen	Fußpulse, Stimmgabeltest, Monofilament, Tip-Therm, Druckschmerz (Nerv), ...
Instrumentierte Haltungs- und Bewegungsanalyse	Kinematik: Gelenkwinkel, Winkel-(Geschwindigkeiten), ... Kinetik: (plantare) Druckverteilung, (Bodenreaktions-)Kräfte, Biegemomentbelastungen, ... Physiologische Größen: Elektromyographie (EMG), ...

Tab.1 Auflistung relevanter Verfahren zur Erfassung der objektiv (direkt) ermittelbaren Größen.

müssen insbesondere die Vorstellungen des Patienten mit den realisierbaren Möglichkeiten unter den gegebenen Voraussetzungen der individuellen Versorgung in Einklang gebracht werden. Die Abwägung von Vor- und Nachteilen verschiedener Versorgungsmöglichkeiten muss ebenfalls mit einbezogen werden. Mit dem Patienten zusammen werden die endgültigen Versorgungsziele festgelegt. Bei allen Versorgungszielen ist darauf zu achten, dass sie umsetzbar, nachvollziehbar und quantifizierbar sind. Können keine Versorgungsziele definiert werden oder fehlen Informationen, die für die Umsetzung von Versorgungszielen relevant sind, kann es notwendig sein, einen Prozessschritt zurückzugehen und weitere Informationen zu erheben. Sollten externe Informationen wie z. B. ein Rezept unzureichende oder nicht richtige Informationen beinhalten, so müssen auch hier die richtigen Informationen z.B. vom Arzt angefordert werden und in die Versorgung miteinfließen. Generell gilt, dass bei fehlenden oder nicht richtigen Informationen ein Prozessschritt zurückgegangen werden muss, um die Informationserhebung anzupassen.

Produktauswahl und Produktgestaltung

Die Orthopädie(schuh)technik zeichnet sich durch ihr technisches und handwerkliches Know-how und das Wissen über die Anatomie und die funktionellen, neuromuskulären und biomechanischen Zusammenhänge aus. Diese müssen in den komplexen Prozess der Einlagenversorgung adäquat eingebracht werden.

Auf der Grundlage der Informationserhebung, der Beratung und der Definition der Versorgungsziele erfolgen die Produktauswahl, Produktgestaltung und die Fertigung im zweiten Hauptprozessschritt. Auf Basis der erhobenen Informationen wird als Erstes ein schlüssiges Versorgungskonzept entwickelt. Das Rezept schreibt die Produktart des Hilfsmittels vor. Über die genaue Ausführung entscheidet der jeweilige Leistungserbringer. Das auf die Beschwerden und Bedürfnisse des Patienten abgestimmte Versorgungskonzept beinhaltet die funktionelle Einstellung des Fußes, die Gestaltung der Einlage und die Auswahl geeigneter funktioneller Einlagenkomponenten. Auch dabei unterstützen das strukturierte Vorgehen und speziell die Definition der Versorgungsziele. Dazu ist Wissen notwendig, mit welcher technischen Umsetzung welche Versorgungsziele verfolgt und erreicht werden können. Beispielsweise kann eine Schmerzreduktion durch die Auswahl verschiedener funktioneller Komponenten, z. B. Versteifungen oder Polsterungen, erreicht werden.

Die Erstellung der Konstruktionsdaten und die Materialauswahl müssen mit der gleichen gewissenhaften und fachlichen Sorgfalt durchgeführt werden wie das Bearbeiten der Einlage und Einlagenkomponenten.

Im hier beschriebenen standardisierten Versorgungsprozess spielt es eine untergeordnete Rolle, ob ein teilkonfektioniertes Hilfsmittel (Rohling) individualisiert oder das Hilfsmittel komplett individuell gefertigt wird. Diese Auswahl und die Art des Fertigungsverfahrens (Tiefziehen, Fräsen, 3D-Druck) obliegen dem Leistungserbringer. In der täglichen Praxis spielen die Produktauswahl, -gestaltung und -fertigung innerhalb des Hauptprozessschrittes „Produktauswahl und Produktgestaltung“ eine elementare Rol-

le. Sie sind wichtige Bestandteile im gesamten Versorgungsprozess. Am Ende der Fertigung des Produktes erfolgt die Qualitätskontrolle, die Teil des Qualitätsmanagements ist.

Auslieferung und Versorgungskontrolle

Im letzten Hauptprozessschritt erfolgen die Auslieferung und die Kontrolle der Versorgung. Im Hilfsmittelverzeichnis sind durch die medizinischen Anforderungen gemäß § 139 SGB V die persönliche Abgabe vor Ort und die Einweisung in das Hilfsmittel vorgeschrieben. Laut Hilfsmittelverzeichnis müssen eine sachgerechte, persönliche Abgabe der Einlage mit Einpassung in den Schuh und eine Einweisung in den bestimmungsgemäßen Gebrauch erfolgen. Die Kontrolle und Bewertung der Passform der Einlage finden sowohl am Fuß als auch im Schuh statt. Dabei muss insbesondere die Funktion der Einlage in Kombination mit dem Schuh überprüft werden. Der Fokus muss auf der Überprüfung des Erreichens der Versorgungsziele liegen. Die Ermittlung der Wirksamkeit erfolgt mit denselben Parametern wie bei der Erhebung des Ist-Zustandes. Nur so kann die Wirksamkeit der Einlagenversorgung objektiv und transparent überprüft werden. Wurden die Versorgungsziele nicht oder nur teilweise erreicht, so muss die Einlage dementsprechend überarbeitet werden. Oder es müssen weitere für eine erfolgreiche Versorgung notwendige Informationen erhoben werden. Dazu wird eine wichtige Versorgungsschleife hinzugefügt, indem ein Hauptprozessschritt zurückgegangen, die Einlage modifiziert und in der anschließenden Versorgungskontrolle erneut überprüft wird, ob die Versorgungsziele erreicht wurden. Die Änderungen müssen dokumentiert und im Rahmen des betrieblichen Qualitätsmanagements bewertet werden.

Können mit der Einlagenversorgung auch nach mehrfacher Anpassung Versorgungsziele nicht erreicht werden, sollte ggf. mit dem Arzt, dem Therapeuten im interdisziplinären Team diskutiert werden, ob eine andere Versorgungsart zielführender sein kann oder die Versorgungsziele neu formuliert werden müssen. Je nach Ergebnis dieses Austausches und nach Rücksprache mit dem Kostenträger wird eine alternative Versorgung geplant und durchgeführt. Am Ende einer erfolgreichen Versorgung mit Einlagen steht immer der optimal versorgte Patient. Optimal bedeutet, dass sowohl die Versorgungsziele erreicht wurden als auch der Patient eine hohe Akzeptanz der Einlagenversorgung zeigt.

Schlussfolgerung und Fazit

Bisher gibt es keine relevante Publikation, die den aktuellen Prozess einer Einlagenversorgung detailliert beschreibt. Ziel der Entwicklung des vorgestellten Versorgungsstandards war, ein strukturiertes, nachvollziehbares und transparentes Vorgehen in der orthopädischen Einlagenversorgung zu definieren und in der Praxis zu etablieren. Ein strukturiertes Vorgehen ist notwendig, um eine wirksame und somit auf die individuellen Beschwerden und Bedürfnisse der Patienten abgestimmte Versorgung im ausreichenden Maß zu gewährleisten. Für die Entwicklung des Versorgungsstandards wurden alle relevanten Prozess-

schritte eines strukturierten, versorgungszielorientierten Vorgehens in der Einlagenversorgung ermittelt.

Mittels drei Hauptprozessschritten:

1. versorgungsrelevante Informationserhebung und Beratung mit dem Hauptfokus auf der Definition der Versorgungsziele,
2. Produktauswahl und Produktgestaltung mit der Umsetzung der Versorgungsziele und
3. Auslieferung und Versorgungskontrolle mit Überprüfung des Erreichens der Versorgungsziele

lässt sich die orthopädische Einlagenversorgung in erster Ebene darstellen und beschreiben.

Die Komplexität der Prozessschritte innerhalb der drei Hauptprozessschritte (s. Abb. 2) kann je nach Betrieb, Betriebsgröße und Schwerpunkt des Betriebes (z. B. Sport), aber auch je nach Indikation stark variieren. Basis muss aber immer ein strukturierter, nachvollziehbarer Ablauf sein. Dieser Ablauf ist sehr komplex und fordert die gesamte Fachkompetenz des Leistungserbringers. Der Ablauf kann im notwendigen Fall in seinem Umfang erweitert werden oder im begründeten Fall kann auch von dem dargestellten Ablauf abgewichen werden. Aufgrund seiner fachlichen Kompetenz kann der Leistungserbringer entscheiden, welche z. B. weiteren Informationen er für eine optimale Versorgung benötigt. Auch hier hilft ein strukturiertes und nachvollziehbares Vorgehen.

Der Fokus bei der Entwicklung des Versorgungsstandards, und das ist neu und für den Erfolg der Versorgung essenziell, liegt auf

- der Definition von nachvollziehbaren, praxisrelevanten, realistischen und quantifizierbaren Versorgungszielen,
- der Umsetzung dieser Ziele
- und der Überprüfung des Erreichens der Versorgungsziele.

Nur durch das Aufstellen, Verfolgen und Überprüfen von Zielen lässt sich objektiv nachvollziehen, wie zielführend versorgt wurde. Zudem lässt sich im individuellen Versorgungsfall nachweisen, wie die Wirkung der Einlagenversorgung, die auf die individuellen Beschwerden und Bedürfnisse des einzelnen Patienten abgestimmt sein muss, auch wirklich ist. Das sorgt u. a. für eine Aufwertung der handwerklichen Leistung und für Transparenz.

Der beschriebene Standard zeigt deutlich, dass die handwerkliche Fertigung der Einlage bzw. des Hilfsmittels nur einen Teil der gesamten Versorgung darstellt. Die Wichtigkeit der gewissenhaften und fachlichen Herstellung der Einlagen soll dabei nicht gemindert werden. Vielmehr wird deutlich, dass für eine qualitativ hochwertige Versorgung weitere wichtige Schritte und Kompetenzen notwendig sind, um die gewünschte Wirkung der Einlage zu erreichen.

Welche Vorteile bietet das strukturierte Vorgehen?

Mit dem Versorgungsstandard werden die Versorgung und insbesondere das eigene Vorgehen nachvollziehbar

und transparent. Die Definition von Versorgungszielen, die Umsetzung dieser Ziele in die Versorgung und die anschließende Überprüfung des Erreichens der Versorgungsziele helfen auch dabei, eine systematische Qualitätsprüfung zu implementieren. Über eine gezielte Informationserhebung können die Ursachen von Reklamationen und Rückläufern besser eingrenzt und daraus notwendige Änderungen in der Einlagenversorgung abgeleitet werden. Zudem kann das strukturierte Vorgehen im Versorgungsprozess dabei helfen, die Wirkung von Einlagen und deren funktioneller Einlagenkomponenten besser zu verstehen.

Der Versorgungsstandard bietet den Leistungserbringern die Möglichkeit, den subjektiv empfundenen Mehrwert von Einlagen quantifizieren zu können. Dadurch kann die Wirkung des auf die individuellen Beschwerden und Bedürfnisse des Patienten abgestimmten Hilfsmittels objektiv nachgewiesen werden. Diese Daten machen den Erfolg/Nutzen der Einlagenversorgung sichtbar und können zur Argumentations-/Diskussionsgrundlage und zum Nachweis des klinischen Nutzens der Einlagenversorgung z. B. bei Kostenträgern angebracht werden. Durch ein einheitliches Vorgehen werden auch relevante Daten erhoben, die in Zukunft für den wissenschaftlichen Nachweis der Wirkung von Einlagen genutzt werden können. Auch dazu liefert der standardisierte Versorgungsprozess die notwendige Basis.

Durch die Umsetzung des Versorgungsstandards in der täglichen orthopädie(schuh)technischen Praxis wird die Qualität der Versorgung des Patienten mit individuellen Einlagen optimiert.

Anmerkung

Im Rahmen der „Versorgungswelt Einlagen“ wurde auf der OTWorld 2022 der Versorgungsstandard erstmalig vorgestellt und wir bedanken uns an dieser Stelle für die Unterstützung.

Hinweis

Das KomZet O.S.T. wird aus Mitteln des Landes Hessen, des Landes Sachsen, des Landes Niedersachsen sowie durch die Bundesrepublik Deutschland mit Mitteln des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.

Dr. Annette Kerkhoff und Thomas Stief haben zu gleichen Teilen zu diesem Projekt und diesem Artikel beigetragen und sind als Co-Erstautoren zu betrachten.

Für die Autoren:

Dr. Annette Kerkhoff
KomZet O.S.T. Standort Hannover
Bundesfachschule für Orthopädie-Schuhtechnik
Ricklinger Stadtweg 90-92
30459 Hannover
kerkhoff@bfo-hannover.de

Thomas Stief
(ts)² GmbH
Martinistraße 79
49080 Osnabrück
t.stief@tshoch2.de

Wissen, was los ist – immer und überall



Der Newsletter

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

Ihr Extra

Jeden 3. Donnerstag im Monat: Spezielle Themenschwerpunkte für eine bessere Versorgung.

Jetzt anmelden



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



**Mittwoch
ist
OT-Newsletter-
Tag**

R. Koeppe¹, L. Wakolbinger^{1 2}, D. Handstanger-Deimling^{1 3},
L. Kainz¹, Y. Vereshchaga¹, H. Egger²

Nahtlose und dauerhafte Integration weicher und dehnbarer Drucksensoren in individuell angepasste und digital gefertigte orthopädische Hilfsmittel

Seamless and Permanent Integration of Soft and Conformable Pressure Sensors into Custom Made Orthotic Devices

Es wird ein neuartiges Konzept zur Integration verschiedener Sensoren in die individuell geformte Oberfläche maßgefertigter orthopädischer Hilfsmittel vorgestellt. Dabei wird ein Netz aus dehnbaren Leiterbahnen mit Sensoren an den Netzknoten in vorgefertigte Vertiefungen der Oberfläche des Hilfsmittels eingeklebt. Somit können die Sensornetze standardisiert in der Ebene gefertigt werden und passen sich erst beim Einbau an die räumlich gekrümmte Oberfläche des Hilfsmittels bzw. des entsprechenden Körperteils an. An zwei Beispielen maßgefertigter Hilfsmittel – eine Einlegesohle und ein Prothesenschaft – werden die Vorteile einer solchen Integration von Drucksensoren aufgezeigt.

Schlüsselwörter: Sensor, Überwachung, Passform

A novel concept for the integration of sensors in the individually shaped surface of a custom made orthotic device is presented. To achieve this, a grid of conformable electrical connectors with sensors at the crossing points is being glued into prefabricated grooves in the surface of the device. Thus, the sensor grid can be

manufactured in the plane in a standardized way and conforms to the curved surface during the integration. The benefits of this approach with integrated pressure sensors are shown in two examples of custom made orthotic devices, insoles and prosthesis sockets.

Key words: sensors, monitoring, fit

Einleitung und Motivation

Die Orthopädie-Technik befindet sich durch die Digitalisierung aktuell in einem großen Umschwung, vor allem im Bereich der Herstellung maßgefertigter Hilfsmittel. Durch optische Scanverfahren, Konstruktion mittels CAD-Software und Fertigung durch CNC-Fräsen oder additive Fertigungsverfahren (3D-Druck) können deutliche Produktivitätsfortschritte bei hoher Versorgungsqualität erzielt werden [1, 2]. Ein weiterer Bereich der Digitalisierung betrifft Sensoren zur Vermessung der Interaktion zwischen dem maßgefertigten Hilfsmittel und dem Körper des Patienten während der Versorgung. Messungen hierzu wären in vielen Bereichen der Orthopädietechnik sehr hilfreich, insbesondere hinsichtlich der beiden folgenden Aspekte:

- Einerseits erlaubt ein solches Verfahren, die Nutzungsdauer eines Hilfs-

mittels zu überwachen, Belastungsprofile zu erstellen und Abweichungen vom Normzustand zu erkennen, sodass rechtzeitig Anpassungen am Hilfsmittel vorgenommen oder dem Patienten entsprechende Hilfestellungen, z. B. über eine mobile Applikation, geleistet werden können. Dies kann die Sicherheit und Effizienz im Einzelfall deutlich verbessern.

- Andererseits ermöglichen die auf diese Weise erhobenen Daten über eine Vielzahl individueller Versorgungstypen einen besseren Einblick in die Wirkungsweise und die Effizienz einzelner Versorgungstypen. Dies hat das Potenzial, über großangelegte Datenanalysen generelle Aussagen über bestimmte Hilfsmitteltypen zu treffen

Es gibt bereits einige wissenschaftliche Untersuchungen zur Integration von Sensoren, die die mechanische Interaktion zwischen Körper und Hilfsmittel messen [3]. Tatsächlich zum Einsatz kommen solche Sensoren bisher aber vor allem im Bereich der orthopädischen Schuheinlagen, besonders bei Einlagen zur Versorgung von Diabetikern [4]. Hier sind die kommerziellen Systeme jedoch lediglich zur einmaligen Messung der Druckverteilung nach Fertigstellung der Einlagen gedacht – eine dauerhafte Überwachung ist allein durch den hohen Preis der Sensorlösungen nicht praktikabel. Somit ist dem Wissen der

¹ Sendance GmbH

² Fachhochschule OÖ Medizintechnik

³ JKU Linz, LIT Soft Materials Lab

Autoren nach, der Einsatz von Temperatursensoren zur Überwachung der Tragedauer von Hilfsmitteln [5] aktuell die einzige Sensorlösung zur dauerhaften Überwachung maßgefertigter Hilfsmittel, die bisher im orthopädie-technischen Alltag tatsächlich angewendet wird.

Durch die Kombination weicher, verformbarer und durchlässiger elektronischer Bauteile [6] mit der Flexibilität und der Standardisierung der digitalen Fertigung orthopädischer Hilfsmittel ergeben sich neue Wege zur dauerhaften Integration von Sensoren in maßgefertigte orthopädische Hilfsmittel. Die Möglichkeit des Austauschs und der automatischen Interpretation von digitalen Modellen im Rahmen des computergestützten Designprozesses (CAD) ist hierbei der zentrale Faktor. Ein solcher Ansatz wird im Folgenden näher beschrieben; zudem werden die sich daraus ergebenden Perspektiven anhand zweier Anwendungsbeispiele aufgezeigt.

Technologie

Die größte Herausforderung bei der Integration von Sensoren in maßgefertigte Hilfsmittel ist die einzigartige, meist komplex in drei Dimensionen gewölbte Geometrie der Kontaktfläche zum Körper. Mit herkömmlichen Verfahren entworfene Sensoren und Anschlussleitungen sind dort üblicherweise nur mit einem großen Maß an Planung auf Einzelstückebene und in aufwendiger Handarbeit einzubauen; entsprechend unzuverlässig und kostenintensiv ist ein solches Vorgehen.

Speziell die übliche Fertigung elektronischer Schaltungen und Sensoren auf Leiterplatten limitiert die Möglichkeiten des Einbaus auf solchen Flächen. Selbst sehr dünne Folienplatten werfen Falten, wenn sie über komplex gekrümmte Oberflächen gezogen werden sollen.

Die in diesem Beitrag vorgestellte Lösung besteht aus einem Netz aus dehnbaren Leiterbahnen, an dessen Knotenpunkten sich kleinflächige elektrische Sensoren zur Messung von Druckkräften oder Temperatur befinden. Das Trägermaterial des Netzes ist ein hautverträgliches Silikon, das die gewellten und damit dehnbaren Leiterbahnen sowie die kleinflächigen Sensoren an den Knotenpunkten komplett umschließt (Abb. 1). Das Netz inklusive der Knotenpunkte hat durchgehend eine Dicke von etwa 1 mm und weist auf einer Seite eine selbstklebende Schicht auf. Zur nahtlosen Integration werden in der Oberfläche des Hilfsmittels Vertiefungen vorgesehen, in die das Netz dann sehr einfach händisch eingeklebt wird (Abb. 2). Die dehnbaren Leiterbahnen ermöglichen eine perfekte Anpassung des in der Ebene gefertigten Sensornetzes an die komplexe Oberfläche des Hilfsmittels. Als Schnittstelle zu entsprechenden Endgeräten des Orthopädietechnikers oder des Patienten ist das Sensornetz mit einer sehr kompakten, batterieversorgten Ausleseelektronik verbunden (Abb. 3).

Diese verbindet sich via Bluetooth mit beliebigen mobilen Endgeräten oder PCs und kann entweder live oder über einen längeren Zeitraum aufgezeichnete Daten übertragen. Auf dem

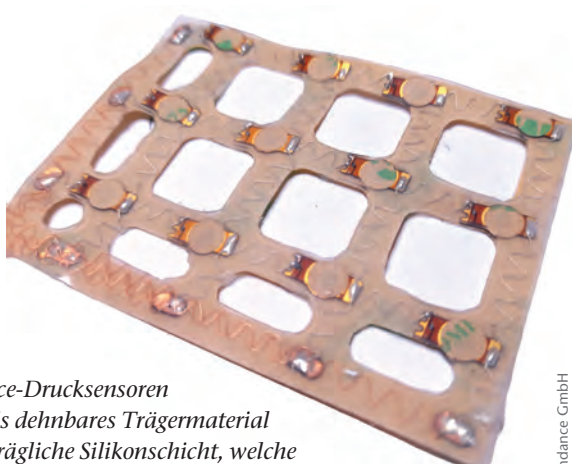


Abb. 1 Zwölf Sendance-Drucksensoren im 4x3-Sensornetz; als dehnbare Trägermaterial fungiert eine hautverträgliche Silikonschicht, welche eine nahtlose Integration in komplex geformte Oberflächen zulässt.

Foto: sendance GmbH



Foto: sendance GmbH

Abb. 2 3D-gedruckte Einlegesohle mit eigens dafür vorgesehenen Vertiefungen, in die das Sensornetz einfach eingeklebt werden kann.

Endgerät ist eine entsprechende Software zur Visualisierung und Analyse der Messdaten installiert. Die entsprechenden Vertiefungen können in einem digitalen Designprozess automatisch mitberücksichtigt werden. So können beim Design des Hilfsmittels Sensoren mitberücksichtigt und parallel zur Produktion des Hilfsmittels das entsprechend passende Sensornetz gefertigt werden. Dabei kommen entsprechend der Anforderungen an das Hilfsmittel verschiedene Fertigungsverfahren wie CNC-Fräsen, 3D-Druck oder Aufschäumen zum Einsatz. Im Folgenden werden zwei Anwendungsbeispiele vorgestellt: einerseits der Einsatz in maßgefertigten Einlegesohlen, andererseits in Prothesenschnitten.

Anwendungsbeispiel Einlegesohle

Als Technologiedemonstrator wurden mehrere additiv gefertigte Prototypen von maßgefertigten Einlagen mit dem Sensornetz ausgestattet (Abb. 4a u. b). Dazu wurden 21 resistive Drucksensoren mit jeweils 5 mm Durchmesser gleichmäßig über die Fläche der Einlage verteilt. Die Sensoren sind in der Lage, Druckkräfte von bis zu 800 kPa mit einer Genauigkeit von 10 % zu detektieren. Die Ausleseelektronik ist kompakt genug, um in das Fußgewölbe von Einlagen ab Schuhgröße 37 integriert zu werden. Somit ist die Sohle eine Einheit, die sehr bequem auch im Alltagseinsatz getragen werden kann. Bei einer Live-Übertragung der Daten mit 8 Messungen pro Sekunde beträgt die Akkulaufzeit etwa 12 Stunden; bei einer Aufzeichnung der Daten und anschließender Übertragung liegt die Laufzeit im Bereich von 30 Stunden

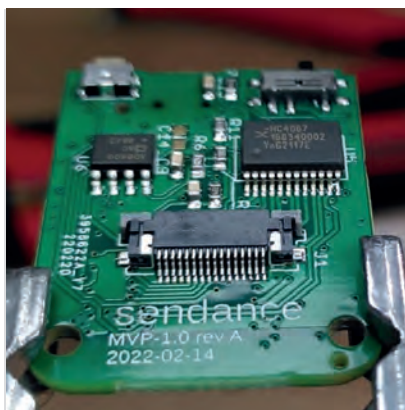


Abb. 3 Ausleseelektronik, welche die Druckdaten ausliest und an ein Bluetooth-fähiges Endgerät drahtlos überträgt.

Tragedauer, abhängig von der Messfrequenz. Die Daten werden in einer Anzeige- und Analysesoftware verarbeitet, die die Druckverteilung am Fuß räumlich und zeitlich aufgelöst darstellt (Abb. 5).

Verschiedene Analysemodule erlauben die Darstellung von Druckmaxima, bestimmten Zonen des Fußes oder des Gangbildes. Mit der integrierten Sensorik kann das Belastungsprofil einer solchen Sohle über längere Zeiträume überprüft und somit Adhärenz und Wirksamkeit verifiziert werden. Speziell bei der Vermeidung bzw. Behandlung von Ulcera beim diabetischen Fuß spielt die zuverlässige und dauerhafte Entlastung der betroffenen Stellen sowie eine möglichst gleichmäßige Vertei-

lung der Druckbelastung über den restlichen Fuß eine große Rolle.

Durch die Möglichkeit der individuellen Platzierung der Sensoren im digitalen Modell der Sohle kann die Druckmessung direkt an den kritischen Stellen erfolgen, die für die jeweilige Anwendung am interessantesten sind. Am Beispiel der Einlegesohle für Diabetespatienten könnten dies zum Beispiel die drei großen Zehenballen, die fünf metatarsalen Knochen sowie die Ferse und das Maximum des Fußgewölbes sein. Wenn die Problemzonen des Patienten schon bekannt sind, reichen unter Umständen auch weniger Sensoren aus. Als kritische Grenze für die Druckbelastung für die Ulzeration beim diabetischen Fuß gelten gemeinhin häufig auftretende Spitzenbelastungen von mehr als 300 kPa [7]. Für einfache Ganganalysen sind üblicherweise fünf Sensoren ausreichend, um Abrollbewegung und laterale Verkipfung zu vermessen.

Grundsätzlich kann über Messungen mit Druckplatten und speziellen Messsohlen, die über die fertige Entlastungseinlage gelegt werden, eine recht genaue Aussage über die Druckentlastung der Einlage getroffen werden. Bei einer erheblichen Zahl von Patienten bleiben die Beschwerden jedoch trotzdem bestehen oder werden sogar stärker. Wird in solchen Fällen ein Belastungsprofil der Fußsohle beim alltäglichen Einsatz erstellt, kann es zu rechtzeitigen Anpassungen kommen, um möglichst vielen Patienten chronische Wunden und Amputationen zu ersparen. Diese

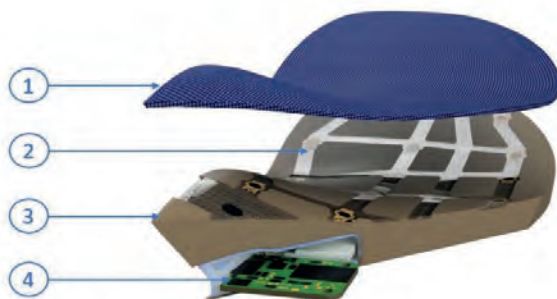
sind trotz sehr guter Versorgung leider noch allzu häufig nötig.

Anwendungsbeispiel Prothetik

Bei einer Prothesenversorgung bringt die Schaftgestaltung eine Reihe von Herausforderungen mit sich, die maßgeblich von der Amputationshöhe, der Weichteildeckung und von der Lagerung der abgetrennten Nerven im Amputationsstumpf abhängen. Aufgrund der zu erwartenden Neubildung, einer Art Nervennarbe, sollten Druckkräfte auf Nervenenden von außen durch den Schaft und von innen durch Knochen grundsätzlich vermieden werden. Darüber hinaus kann eine zu hohe Druckbelastung nicht nur Hautirritationen hervorrufen, sondern die Haut in Verbindung mit zusätzlichen Relativbewegungen zwischen Prothesenschaft und Amputationsstumpf auch wundreiben. Besonders gefährdet sind Bereiche mit Hautnarben und solche, die permanent einer hohen Feuchtigkeit ausgesetzt sind, etwa bei Verwendung eines Silikonliners (Abb. 6a–c).

Schmerzen im Bereich der Hautirritationen können dazu führen, dass Betroffene ähnlich wie mit einem schlechtsitzenden Schuh beim Gehen Schonhaltungen einnehmen, Gehstrecken reduzieren oder das Gehen sogar komplett vermeiden. Da der Schaft in erster Linie der mechanischen Verbindung der Prothese mit dem Prothesenträger dient, sollte er gut sitzen. Bei Beinprothesen ist der Schaft im weitesten Sinne vergleich-

a.



b.



Abb. 4 a u. b 1 – Brandsohle, 2 – Sensornetz, 3 – Individuell angepasste Schuheinlage, 4 – Auswertelektronik (a); Endprodukt mit abgedeckter Sensorik (b).

bar mit einem Schuh am gesunden Fuß eines Menschen. Bei der Vielzahl von Schuhen, die es gibt, um möglichst viele Kunden mit ihren unterschiedlichsten Bedürfnissen zufriedenzustellen, wird bereits erkennbar, welche Details bei einem Schaft entscheidend sind, um möglichst viele Prothesenträger zufriedenzustellen zu können.

Immerhin gibt es beim Amputationsstumpf im Vergleich zum gesunden Fuß eine deutlich höhere Variabilität. Beinprothesen existieren für unterschiedliche Amputationsniveaus, das heißt für Fuß-, Unterschenkel-, Knie-, Oberschenkel- und Hüft- bzw. Beckenamputationen. Bei jeder dieser Beinprothesen findet die Lastübertragung in Form von Druckbeanspruchungen an der Kontaktfläche Schaft/Stumpfhaut statt. Moderne instrumentelle Hilfsmittel wie das vorgestellte Sensornetz erfassen die Druckbeanspruchungen an der Stumpfoberfläche und visualisieren sie. Auf diese Weise kann sowohl die Verteilung der statischen als auch der dynamische Krafteinleitung mit ihrem Normalkraft- und Scherkraftanteil dargestellt werden. Dies unterstützt die Beurteilung der Stumpf-Schaft-Verbindung hinsichtlich der einwirkenden Zug- und Druckkräfte sowie der mediolateralen Stabilisierung und der Schaftverdrehung. Dabei ist eine gleichmäßige Druckverteilung keineswegs erstrebenswert, zumal der Zustand der Haut mit ihrer Vernarbung sowie die unter der Haut liegenden Weichteile mit Knochenstrukturen und Neuromen sehr va-

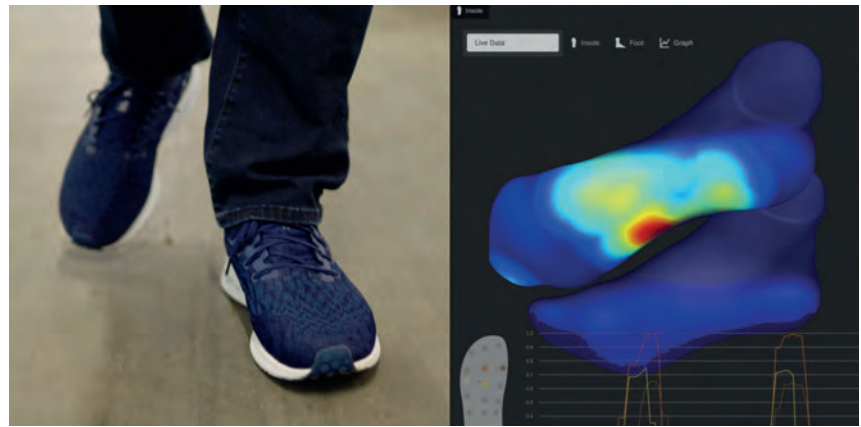


Foto: sendance GmbH

Abb. 5 Analysesoftware mit farblicher Darstellung der Druckverteilung am jeweiligen Fuß (Mitte) sowie zeitlicher Darstellung der einzelnen Sensoren (unten).

riieren. Auf jeden Fall gibt es belastbare und weniger belastbare Bereiche, was allein am Unterschenkel bereits nachvollziehbar ist, wo einerseits im Bereich der Schienbeinkante wenig Weichgewebe vorhanden ist und eine hohe Druckempfindlichkeit besteht, während der Wadenmuskel und die Flächen beidseits der Schienbeinkante sehr gut belastbar sind (Abb. 7).

Typischerweise werden am Schaft bestimmte Aussparungen vorgenommen, um empfindliche Stellen des Stumpfes vom Druck zu entlasten. Umgekehrt ermöglichen Materialaufträge, Versteifungen oder spezifische Konturierungen des Schaftes die gezielte Einleitung höherer Lasten in dafür geeignete Stumpfbereiche [8]. Prothesenträgern mit hohem Mobilitätsgrad kommt es in der Regel auf eine Prothese mit hoher Dynamik und ei-

ner großen Vielfalt an Funktionen an; sie legen Wert auf lange Wegstrecken, die Ausübung sportlicher Tätigkeiten und möglichst viel Mobilität selbst in Extremsituationen. Menschen mit niedrigem Mobilitätsgrad hingegen – oft ältere oder betagte Menschen – legen mehr Wert auf ihr Sicherheitsgefühl. Sie müssen sich auf die Prothese verlassen können, der sie bei jedem Schritt ihr Körpergewicht anvertrauen. Die Minimierung der Sturzgefahr, aber auch die leichte Handhabung beim An- und Ablegen stehen bei ihnen meist im Vordergrund [9].

Vor diesem Hintergrund bietet die sensorbasierte Erfassung der Stumpf-Schaft-Verbindung nicht nur eine große Hilfe bei der Prothesen-Erstversorgung, sondern hilft auch bei Nachkontrollen, vielfach beklagte, oft sich langsam einschleichende Schaftpro-

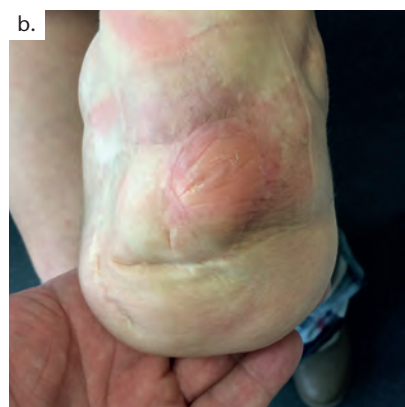


Foto: Hubert Egger

Abb. 6 a-c Hautirritationen bei hoher lokaler Druckbelastung.

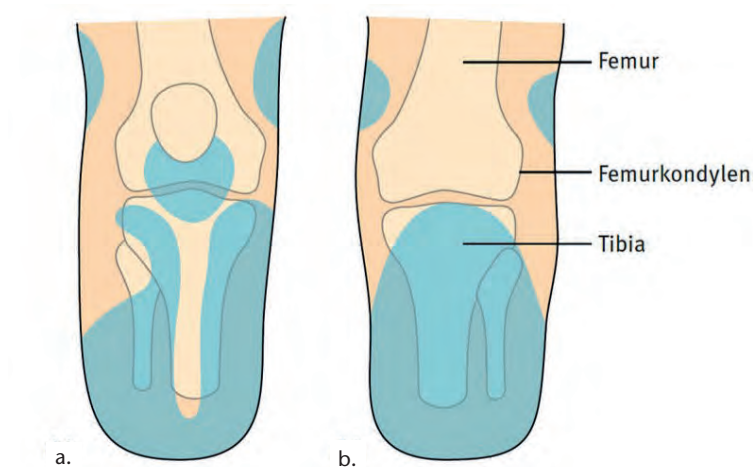


Abb. 7 a u. b Belastbarkeit der Oberfläche eines Unterschenkelstumpfes: **a)** gute Belastbarkeit an den blau markierten Flächen der Vorderseite **b)** und Rückseite. Quelle: [8]

bleme rechtzeitig zu erkennen und ihre Folgen zu vermeiden.

Ausblick

Aktuell wird bei der hier vorgestellten neuartigen Technologie (Stand: Juli 2023) an der Automatisierung

des digitalen Entwurfs und der automatisierten Herstellung der Sensornetze gearbeitet. Dabei ermöglicht Sendance den Herstellern orthopädischer Hilfsmittel eine rasche Entwicklung smarter Produkte.

Der nächste technologische Fokus wird eine Erweiterung auf Feuchtig-

keitssensoren sein, die Ende 2023 in Produktion gehen werden. Auf einem Sensornetz befinden sich somit Druck, Temperatur und Feuchtigkeitssensoren. Damit eröffnen sich neue Möglichkeiten für Hersteller von Prothetik und Orthetik und im Bereich von angepassten Sitzschalen neuartige Versorgungskonzepte.

Danksagung

Die Arbeiten zu diesem Artikel wurden von der Austria Wirtschaftsservice (AWS) über das PreSeed Programm und der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) im Rahmen des Basisprogramms gefördert.

Für die Autoren:

Dr. Robert Koeppel
Geschäftsführer
Sendance GmbH
Pulvermühlstraße 3
A-4040 Linz
Österreich
robert.koeppel@sendance.at

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

Literatur:

- [1] Köster A. Möglichkeiten der digitalen Prozesskette in der Orthopädie-Technik. Orthopädie Technik, 2018; 69 (5): 58–66
- [2] Kienzle C, Schäfer M. Integration additiver Fertigungsverfahren (3D-Druck) in den orthopädiotechnischen Versorgungsalltag. Orthopädie Technik, 2018; 69 (5): 48–55
- [3] Armitage L, Turner S, Sreenivasa M. Human-device interface pressure measurement in prosthetic, orthotic and exoskeleton applications: A systematic review. Medical Engineering & Physics, 2018; 97, 56–69
- [4] Wang L, Jones D, Chapman GJ, Siddle HJ, Russell DA, Alazmani A, Culmer P. A Review of Wearable Sensor Systems to Monitor Plantar Loading in the Assessment of Diabetic Foot Ulcers. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2021; 67 (7)
- [5] Block J, Wendy S, Kaib T, Alimusaj M, Weichold C, Wolf SI, Schwarze M. Erfassung des Trageverhaltens von Orthesen bei Patienten mit neuroorthopädischen Gangstörungen. Orthopädie Technik, 2018; 69 (12): 24–28
- [6] Bauer S, Kaltenbrunner M. Semiconductors that stretch and heal. Nature 2016; 539, 365–367
- [7] Chatwin KE, Abbott CA, Boulton AJM, Bowling FL, Reeves ND. The role of foot pressure measurement in the prediction and prevention of diabetic foot ulceration – A comprehensive review. Diabetes Metab Res Rev. 2020; 36:e3258. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3258>
- [8] Kraft M, Disselhorst-Klug C. Biomedizinische Technik – Rehabilitationstechnik. Berlin: De Gruyter, 2015; 128
- [9] Egger H. Ein Schritt nach vorne – Menschen mit Beinprothesen, Orthopädie Report (Messe- und Kongressausgabe), Mediengruppe Oberfranken- Fachverlage, 2014

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
Bestellungen an:
bestellung@biv-ot.org

12,50 €
pro Monat

FUNDIERT
AKTUELL
FÜHREND



 **Verlag**
Orthopädie Technik

ORTHOPÄDIE TECHNIK

Rehabilitation • Medizinprodukte



Orthetik untere Extremität
Kompressionstherapie
Digitale Fußdruckmessung

Free Review

Offizielles Fachorgan des Bundesinventionsverbandes für Orthopädie Technik
Offizielles Fachorgan der ISO Deutschland e.V.

 **Verlag**
Orthopädie Technik

Der Einfluss maßgefertigter Korrekturereinlagen auf die Aktivität von M. fibularis longus und M. tibialis anterior im Oberflächen-EMG

Peer-Review

The Influence of Custom-made Corrective Insoles on the Activity of Fibularis Longus and Tibialis Anterior Muscles in Surface EMG

Der Fachartikel diskutiert Einlagenversorgungen in Bezug auf die Effekte eines bestimmten Mechanismus, der besagt, dass Einlagen je nach den darin verbauten Stützelementen bestimmte Drehmomente auf das Sprunggelenk übertragen können. Synergistische Muskeln in Bezug auf das externe Moment müssten ihre Aktivität verringern und antagonistische sie erhöhen. Um diesen Effekt nachzuweisen, werden Korrekturereinlagen mit Supinations- und Pronationselementen und ihre Wirkung auf die Muskelaktivität der Mm. fibularis longus und tibialis anterior mittels Oberflächenelektroden an 14 gesunden Probanden untersucht. Die Ergebnisse sind für M. fibularis longus signifikant, für M. tibialis anterior dagegen nicht. Dennoch liefern sie Hinweise auf die Effekte des postulierten Mechanismus. Widersprüche in den Ergebnissen anderer Arbeiten können durch den Nachweis des besagten Mechanismus aufgelöst werden. Weitere Forschung wird dennoch empfohlen.

Schlüsselwörter: maßgefertigte Einlagen, Muskelaktivität, Wirkung, Elektromyografie

This article discusses corrective insoles with respect to the effects of a specific mechanism that states that insoles can transfer certain torques to the ankle joint depending on the support elements integrated into them. At this torque, synergistic muscles would have to reduce their activity and increase antagonistic activity. To prove this effect, corrective insoles with supination and pronation elements and their effect on the activity of the fibularis longus and tibialis anterior muscles were tested using surface electrodes on 14 healthy subjects. The results were significant for the fibularis longus muscle, but not for the tibialis anterior muscle. Nevertheless, they provide information on the effects of the postulated mechanism. Contradictions in the results of other studies can be resolved by proving this mechanism. Further research is still recommended.

Key words: custom insoles, muscle activity, effect, electromyography

Einleitung

Einlagen sind ein häufig verwendetes Hilfsmittel in der konservativen Therapie vieler orthopädischer Krankheitsbilder. Sie wirken kinematisch, stoßdämpfend, neuromotorisch-kontrollierend [1] oder in Kombination. Je nach Anamnese können sie beispiels-

weise zur Hallux-Valgus-, Kinderfuß-, Spreizfuß-, Senk-Spreizfuß- oder Hallux-Rigidus-Therapie verwendet werden [2–6]. Im Zeitalter der evidenzbasierten Medizin muss jedoch sowohl für Hilfsmittel als auch für medizinische Therapien ein wissenschaftlicher Wirksamkeitsnachweis vorliegen. Die adäquate Versorgung ihrer Patienten bleibt für Behandler zwar stets der Leitanspruch an ihre Arbeit, jedoch wird bei steigenden Kosten im Gesundheitswesen auch der ökonomische Druck in Zukunft zunehmen [7–9].

Die Kostenerstattung von Einlagen im Hilfsmittelverzeichnis ist durch Positionsnummern geregelt. Im Wesentlichen wird dort funktionell zwischen

- „korrigierenden“,
- „stützenden“,
- „bettenden“ [10] und
- „stimulierenden“ Einlagen [11]

unterschieden. Einlagenversorgungen im Alltag entsprechen jedoch häufig nicht dieser rigiden Katalogisierung – die Wirksamkeit der Einlagen stellt im Regelfall eine Kombination aus den unterschiedlichen Kategorien dar [11].

Nach § 139 des Sozialgesetzbuches (SGB) ist der Spitzenverband der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) dazu verpflichtet, ein Hilfsmittelverzeichnis zu erstellen, in dem leistungspflichtige medizinische Hilfsmittel aufgelistet sind [12]. Indi-

¹Institut für Medizintechnik, Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

²Labor für Biomechanik, FH Münster

³Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Abteilung für Muskuloskelettale Forschung, Klinikum Fichtelgebirge

kations- und einsatzbezogene Qualitätsanforderungen können vom Spitzenverband der GKV aufgestellt werden. Das heißt, es bedarf eines Nachweises der Wirksamkeit der gelisteten Hilfsmittel. Da auch orthopädische Maßeinlagen eine Pflichtleistung der GKV darstellen und da für viele Indikationsfelder ein quantitativer und qualitativer Mangel an diesbezüglichen Studien besteht, wird immer häufiger ein direkter Wirksamkeitsnachweis durch qualitativ hochwertige Untersuchungen gefordert [7–9].

Stand der Technik

Der Einfluss von Einlagenversorgungen auf die Muskelaktivität ist bis dato nur schlecht verstanden [9, 10]. Insgesamt zeigt sich eine große Variabilität der Ergebnisse einschlägiger Studien für unterschiedliche Muskeln:

- In Untersuchungen über den M. tibialis anterior (TA) ergeben sich widersprüchliche Befunde [13–16], während die Ergebnislage für den M. fibularis longus (FL) deutlich konstanter ist [15, 17–19]. Eine Arbeit [20] zeigt, dass die Drehachse des unteren Sprunggelenks individuelle Varianzen aufweist und dass der TA daher nicht zwangsläufig als Supinator fungieren muss.
- Eine Studie [14], die Probanden mit Rückfuß-Varus von mindestens 5° untersucht, deren Überlastungssymptome durch eine Einlagenversorgung verbessert wurden, gelangt zu dem Ergebnis, dass der M. tibialis anterior mit Einlagenversorgung in der Standphase signifikant länger aktiv ist als bei der Kontrollbedingung. Allerdings ergeben sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der durchschnittlichen EMG-Aktivität für die getesteten Muskeln Mm. tibialis anterior, fibularis longus und gastrocnemius lateralis.
- Bei der Prüfung des Einflusses von Einlagen mit verschiedenen Supinationskeilen in einer weiteren Studie [17] ergibt sich eine signifikante Erhöhung der maximalen TA-Amplitude für alle experimentellen Bedingungen. Außerdem kann für einen von zwei Supinationskeilen eine signifikante Steigerung der FL-Maximalamplitude festgestellt werden.

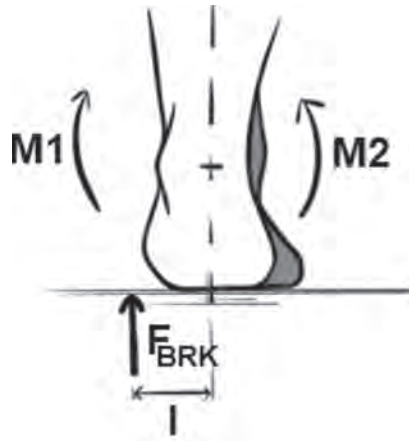


Abb. 1 Skizzenhafte Darstellung des Wirkmechanismus durch Darstellung der physikalischen Gleichgewichtsbedingung. Die Erfüllung der Gleichgewichtsbedingung $M_1 + F_{BRK} \cdot l - M_2 = 0$ legt dar, dass die intrinsisch hervorgerufenen Momente M_1 und M_2 mit dem externen Moment $F_{BRK} \cdot l$ in Wechselwirkung stehen und dass die Einlagen den Angriffspunkt der Bodenreaktionskraft F_{BRK} steuern können.

- Bei einer Untersuchung von 34 gesunden Probanden [21] wird die Auswirkung eines Druckpunkts in Einlagen an der FL-Sehne lateral unterhalb des oberen Sprunggelenks getestet. Bei 27 von 34 Probanden kann eine signifikante Steigerung des integrierten EMGs (iEMG) von $18,1 \% \pm 11,3 \%$ während der mittleren Standphase beobachtet werden, während Kontrolleinlagen das iEMG um $11,2 \% \pm 7,7 \%$ steigern. Durch die Verwendung der Einlagen mit Druckpunkt ist ein zusätzlicher Peak der FL-Aktivität während der Belastungsantwort zu beobachten. Diese Effekte führen die Autoren auf eine „Änderung der afferenten Informationen“ [21] zurück. Es wird also ein sensomotorischer Effekt suggeriert.
- Beim Vergleich des EMG-Aktivitätsbildes von gesunden mit flachgewölbigen Füßen, die mittels Einlagen aufgerichtet werden [15], wird gezeigt, dass die flachgewölbigen Füße eine erhöhte TA- und eine verringerte FL-Aktivität aufweisen, was ein Indiz für die Abhängigkeit der Muskelaktivität von der Stützrichtung sein könnte.
- Bei der Untersuchung eines Pronationskeils ergibt sich eine Reduktion der FL-Aktivität [19]. Das bedeutet eine genau gegensätzliche Wirkung bei gegensätzlicher Stützrichtung im Vergleich zu bisher genannten Arbeiten [8, 11, 12].
- Aus einer Untersuchung von Einlagen während des Treppabgehens bei zusätzlicher Rückfuß-Supination ergeben sich gesteigerte Aktivitäten des TA und des M. abductor hallucis [16]. Die Bewegungen des Letzteren bewirken im Sprunggelenk eine Plantarflexion und im Fuß eine Abduktion. In der Frontalebene wirkt diese kombinierte Bewegung in die-

selbe Richtung wie eine Supination. Daher ist auch hier ein Rückschluss auf die Stützrichtung möglich.

Darstellung des postulierten Mechanismus und seiner Relevanz

Zur Untersuchung werden Korrektur-einlagen verwendet. Um deren Wirkung bzw. Funktionsweise besser verstehen zu können, wird in dieser Arbeit ein grundlegender Mechanismus erforscht (Abb. 1). Durch einen solchen Mechanismus wäre die Muskelaktivität bei Einlagenversorgungen prognostizierbar und steuerbar. Ein Mehrwert bestünde vor allem bei Überlastungssymptomen und hypo- oder hypertonen Beschwerdebildern. Auch könnte die kontroverse Diskussion aus der Praxis, ob Einlagen die Muskelaktivität pauschal reduzieren, mit Fakten belegt werden. Hat man grundlegende Kenntnisse generiert, kann die weitere Forschung Störungen im sensomotorischen System behandeln.

Für einen bestimmten Bewegungsablauf, z. B. den physiologischen Gang, ist jedem Individuum inhärent, welchen Anteil welcher Muskel zu welchem Zeitpunkt leisten muss. Bringt man nun ein externes Moment auf den Bewegungsapparat, so muss sich das Bewegungsmuster unter der Voraussetzung, dass der Bewegungsablauf gleich bleibt, wie folgt verändern: Synergisten des externen Moments müssen weniger leisten, und zwar in dem Ausmaß, das das externe Moment aufbringt – Antagonisten entsprechend mehr. Durch Einlagen besteht die Möglichkeit, den Hebelarm l der Bodenreaktionskraft (Abb. 1) zu beeinflussen und damit Einfluss auf die Drehrichtung und die Stärke zu neh-

men. In dieser Arbeit wird untersucht, ob die Aktivitätszu- und -abnahme von Muskeln beim Tragen von Einlagen abhängig von synergistischer oder antagonistischer Stützung ist. Dazu werden die Muskeln TA als Supinator und FL als Pronator als Repräsentanten ihrer funktionellen Gruppe untersucht, da sie zudem mittels Oberflächenelektroden vermessbar sind.

Material und Methode

Aus der Fragestellung werden folgende Hypothesen abgeleitet:

- H0: Stützende Elemente in maßgefertigten Korrekturereinlagen ändern die Aktivität der Muskeln TA und FL nicht richtungsabhängig.
- H1: Stützende Elemente in maßgefertigten Korrekturereinlagen ändern die Aktivität der Muskeln TA und FL richtungsabhängig.
- Ergebnisse gelten als signifikant, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit $p \leq 0,05$ ist.

Probanden

Zur Versuchsdurchführung werden 14 gesunde Probanden (Alter: 37 ± 15 Jahre; 6 Frauen, 8 Männer) akquiriert, die keine Deformitäten sowie keine orthopädische Krankheitsgeschichte aufweisen und alle Phasen des physiologischen Gangs nach Perry [22] erkennen lassen.

Einlagenbauweise

Alle Probandinnen und Probanden erhalten ein individuelles Paar maßgefertigte orthopädische Korrekturereinlagen, die mittels des 3D-Scanners „Paroscan 3Dv“ (Paromed, Neubeuern, Deutschland) angemessen und im CAD-Programm „Paro360“ (Version 1.9) von Ober- und Unterseite modelliert werden. Die Feinbearbeitung der gefrästen Einlage erfolgt per Hand. Die Einlagen bestehen aus Ethylen-Vinylacetat (EVA) und besitzen im Vorfuß eine Härte von 30 und im Rückfuß von 50 Shore. Alle Einlagen enthalten die gleichen Elementtypen:

- Längsgewölbestütze
- retrokapitale Mittelfußpelotte
- schalige Führung

In der jeweiligen Ausprägung werden sie individuell an den jeweiligen Fuß angepasst.



Abb. 2 Frontalschnitt durch Supinations-/Pronationskeil zur Darstellung der rotatorischen Wirkung mit Höhe h und Winkel α .

Die Einlagen werden so gefertigt, dass die Stützelemente zu einer physiologischen Stellung in den Gelenken führen. Durch einen Vortest wird diese Prämisse noch anhand von fünf funktionierenden Einlagenversorgungen bestätigt. „Funktionierend“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Trägerinnen und Träger der Einlagen angeben, durch diese beschwerdefrei zu sein. Die Supinations- und Pronationskeile werden aus Aufbaumaterial mit einer Härte von 50 Shore in 5 mm Stärke für alle benötigten Schuhgrößen gefertigt und entlang der gesamten Einlagenlänge angebracht. Um die Vergleichbarkeit der Keile zu gewährleisten, wird das Vorgehen bei der Fertigung standardisiert, um stets einen Winkel von $\alpha = 6^\circ$ zu erzeugen (Abb. 2). Einlagen und Keile werden in Neutralschuhen getestet, um die Wirkung der Einlagen nicht zu verfälschen [23].

Protokoll

Zur Durchführung des Versuchs werden 3 Einlagenbedingungen in einem Pre-Post-Setup untersucht:

- Einlagen mit Supinationskeil (ELS),
- Einlagen mit Pronationskeil (ELP) und
- Kontrollbedingung 6 mm EVA ganzsohlig (EVAG).

Während des Versuchs ist eine Versuchsstrecke von 12,5 m festgelegt, die alle Probandinnen und Probanden je Bedingung einmal abgehen. Auf der Gangstrecke sind zwei Schritte zum Einlaufen und zwei zum Auslaufen vorgegeben, die nicht ausgewertet werden, da beim Abbremsen bzw. Anlaufen inkonstante Beschleunigungen auftreten. Die Probandinnen und Probanden gehen praxisüblich während der Messungen in ihrer individuell bevorzugten Ganggeschwindigkeit. Diese wird

durch ein Metronom getaktet, an das sich die Probanden zu Beginn der Messungen zunächst gewöhnen können. Zur Kontrolle der Ganggeschwindigkeiten am Vermessungstag wird nach jeder Versuchsbedingung die Durchschnittsgeschwindigkeit errechnet. Bei Abweichungen von mehr als 1 km/h wird die Messung wiederholt.

Zur Vermessung wird das dominante Bein gewählt. Dieses wird mittels dreier einfacher reliabler Tests [24, 25] ermittelt, deren Ziel den Probanden unbekannt ist; die Experimentbedingungen bzw. die Kontrollbedingung werden randomisiert zugewiesen. Trotz der schlechten Eignung von Einlagenversorgungen zur Verblindung wird den Probanden vor der Messung nicht mitgeteilt, welche Bedingungen genau getestet werden, sondern nur, dass es sich allgemein um drei verschiedene Einlagenbedingungen handelt. Eine Aufklärung erfolgt erst im Anschluss an die Messungen.

Datenerhebung

Die Vermessung der Muskelaktivität erfolgt mittels Oberflächenelektroden des Typs „Trigno“ Avanti“ der Firma Delsys (Natick, Massachusetts, USA). Die Elektrodenapplikation wird anhand anatomischer Fixpunkte nach den „Recommendations for sensor location“ der SENIAM Group [26] durchgeführt. Die Anbringung erfolgt auf den Muskelbäuchen von TA und FL sowie auf dem Rücken auf Höhe des Körperschwerpunktes. Letzteres dient zur Erhebung der Ganggeschwindigkeit. Die Elektroden verbleiben während des gesamten Setups in ihrer Position, um auszuschließen, dass Messwerte durch eine geänderte Position verfälscht werden. Um dem aufgezeichneten EMG die getätigten Schritte zuordnen zu können, werden Sohlen zur Druckverteilungsmessung (DVM) des Typs „paroLogg“ der Firma Paromed verwendet.

Statistische Auswertung		
Muskel/Differenz	Test	Ergebnis
TA	ANOVA (Greenhouse-Geisser)	p = 0,19
PL	ANOVA (Greenhouse-Geisser)	p = 0,01
EVAG/ELP	ANOVA (Bonferroni post hoc)	p = 0,12
EVAG/ELS	ANOVA (Bonferroni post hoc)	p = 0,01
ELS/ELP	ANOVA (Bonferroni post hoc)	p = 0,02

Tab. 1 Darstellung der statistischen Ergebnisse zur Entscheidung über die grundlegende Signifikanz mittels ANOVA-Analyse für die EMG-Bedingungen von TA und FL und den paarweisen Vergleichen der jeweiligen Bedingungen für die Signifikanz zwischen diesen.

Um die erhobenen EMG-Daten auswertbar zu machen, werden die in der Praxis gängigen Bearbeitungsschritte [27] mittels „EMGworks® Analysis“ (Version 4.0) durchlaufen:

- Butterworth-Bandpassfilter 4. Ordnung mit den Grenzfrequenzen 10 Hz und 500 Hz [15, 17]
- Gleichrichtung des Signals [15, 17]
- Root Mean Square mit Fensterbreite von 100 ms [15, 17] und Window Overlap von 50 ms [19]
- Normierung auf die Kontrollbedingung EVAG

Erhoben wird das integrierte EMG (iEMG) für alle Versuchsbedingungen pro Muskel.

Analyse

Zur Prüfung der Datensätze auf Normalverteilung wird ein Shapiro-Wilk-Test durchgeführt, zur Beurteilung der Signifikanz der Datensätze für die Versuchsbedingungen von TA und FL ein ANOVA-Test. Liegt Signifikanz vor, wird diese zusätzlich in paarweisen Vergleichen der Versuchsbedingungen mittels Greenhouse-Geisser-Tests geprüft. Im paarweisen Vergleich bedeutet ein positives Vorzeichen eine Steigerung, ein negatives eine Reduzierung gegenüber der jeweils zuletzt genannten Bedingung.

Ergebnisse

Aufgrund einer einmaligen Störung bei der Datenübertragung können nur die Daten von 13 der 14 akquirierten Pro-

banden ausgewertet werden. Der Shapiro-Wilk-Test ergibt für alle Differenzen der Bedingungen für TA und FL, dass eine Normalverteilung vorliegt – mit Ausnahme von EVAG/ELP (Tab. 1) des iEMG-Datensatzes für FL. Allerdings misst der ANOVA-Test robust gegenüber einer Verletzung der Normalverteilung, weswegen die ANOVA auch für die nicht normalverteilten Datensätze durchgeführt werden kann.

Für das iEMG des TA ergeben sich für die Bedingungen EVAG, ELS und ELP in dieser Reihenfolge die folgenden Werte:

- iEMGTA_EVAG = 1,00 % ± 0,27 %,
- iEMGTA_ELS = 1,15 % ± 0,135 % und
- iEMGTA_ELP = 1,15 % ± 0,115 % mit p = 0,19.

Die Ergebnisse sind allerdings nicht signifikant (Tab. 1). Die Datensätze der Untersuchung des iEMG des FL ergeben die folgenden Werte:

- iEMGFL_EVAG = 1,00 % ± 0,023 %,
- iEMGFL_ELS = 1,1 % ± 0,11 % und
- iEMGFL_ELP = 0,9 % ± 0,14 % (p = 0,01).

Diese sind demnach signifikant. Aus dem paarweisen Vergleich ergibt sich für den Vergleich zwischen EVAG und ELP kein signifikanter Unterschied:

- $\Delta iEMGELP/ELP = -10\%$ (p = 0,12).

Die Vergleiche zwischen EVAG und ELS sowie zwischen ELS und ELP zeigen dagegen signifikante Ergebnisse (Tab. 1 u. 2):

- $\Delta iEMGELS/ELP = +10\%$ (p = 0,01),
- $\Delta iEMGELS/ELP = +20\%$ (p = 0,02).

Bezüglich des TA wird angesichts dieser Ergebnisse die Nullhypothese H0 angenommen und die Alternativhypothese H1 verworfen; für FL wird entsprechend die Alternativhypothese H1 angenommen und die Nullhypothese H0 verworfen.

Diskussion

M. tibialis anterior (TA)

Für die fehlende Signifikanz der Ergebnisse für TA sind die im Folgenden genannten Gründe denkbar. Die Supination des Fußes wird durch mehrere Muskeln hervorgerufen:

- M. triceps surae,
- M. tibialis posterior,
- M. flexor hallucis longus,
- M. flexor digitorum longus und
- M. tibialis anterior.

Ferner wirkt der TA individuell als Supinator oder nicht [10]. Diese Varianz findet sich auch in den hier vorgestellten nicht signifikanten Ergebnissen wieder. Die Pronation wird größtenteils durch die Anteile des M. fibularis mit Beteiligung des M. extensor digitorum longus herbeigeführt. Trotz der nicht signifikanten TA-Ergebnisse finden sich in der Literatur bezüglich der Verwendung von Einlagen folgende Angaben:

- eine Erhöhung der Amplitude des TA [13],
- eine Erhöhung der Aktivität des TA [15],
- eine verlängerte Aktivitätsdauer des TA [14] oder
- verringerte Aktivitäten des TA [16].

TA könnte demnach für seine funktionelle Gruppe zu wenig repräsentativ sein. Die Testung anderer Inversoren ist durch die Messung mit Oberflächenelektroden jedoch nicht reliabel möglich, was zu einem Konflikt in der Setupgestaltung führt. Die grundlegende Variabilität zwischen den genannten Arbeiten kann zusätzlich durch die schlechte Reproduzierbarkeit von EMG-Messungen begründet sein. Andere Ansätze zur Messung könnten hier künftig vielversprechend sein, zum Beispiel Simulationen.

M. fibularis longus (FL)

Für FL sind die Ergebnisse in der Literatur konstanter; FL ist für seine funktionelle Gruppe repräsentativ. Die Gültigkeit des postulierten Mechanismus ist in dieser Arbeit durch FL demnach besser zu beurteilen. Erhöhungen der maximalen Amplitude und des iEMGs bei der Verwendung von Einlagen sind gängig [15, 17, 18, 21], wobei gegenteilige Ergebnisse erzielt werden, wenn man eine „lateral bar“ – also einen Pronationskeil – verwendet [19]. Das spricht für eine Abhängigkeit von der Wirkrichtung der Muskulatur und im Sinne des beschriebenen Mechanismus, denn es beschreibt eine Erhöhung der Aktivität bei Drehung entgegen der Wirkrichtung von FL und eine Verringerung bei Drehung in Wirkrichtung. Zwar ist das Ergebnis im Vergleich zur Bedingung EVAG nicht signifikant, jedoch ist ein grundlegender Unterschied zwischen den gegenteiligen Bedingungen ELS und ELP signifikant zu belegen.

Tatsache ist auch, dass die Bedingung ELS zu einer höheren Muskelaktivität als die Bedingung ELP führt. Durch die Aufrichtung des Längsgewölbes mittels Längsgewölbestütze könnte eine kombinatorische Wirkung entstehen, was das Supinationsmoment verstärkt.

Für die Bedingung ELP können im Vergleich zur Kontrollbedingung weder für FL noch für TA signifikante Ergebnisse ermittelt werden, was zu der Überlegung führt, ob es sich hierbei um eine Systematik handelt und das Ausmaß der getesteten Pronation nicht ausreichend ist. Die Ergebnisse sind besser zu erklären, wenn

Mittelwerte und Standardabweichung der Messergebnisse [%]				
Muskel	Testgröße	Bedingung		
		EVAG	ELS	ELP
TA	iEMG	1,0 ± 0,27	1,1 ± 0,13	1,1 ± 0,11
PL*	iEMG	1,0 ± 0,23	1,1 ± 0,11**	0,9 ± 0,14

Tab. 2 Darstellung der Ergebnisse der Messbedingungen des integrierten EMGs. Die mit * gekennzeichnete Kategorie ist signifikant. Das mit ** gekennzeichnete Ergebnis ist sowohl gegenüber der Kontrollbedingung EVAG als auch gegenüber der zweiten Experimentbedingung ELP signifikant.

man den postulierten Mechanismus zugrunde legt, wodurch sich die anfänglichen Widersprüche in den Ergebnissen zu TA und FL als richtungsabhängigen Effekt beschreiben lassen [13–15, 17, 18].

Fazit

Hinsichtlich der Wirkung von Einlagen auf die Muskelaktivität wird die Forschung bislang aus sehr spezifischen Fragestellungen heraus betrieben. Dadurch kann der Fehlschluss entstehen, die Wirkweise sei nicht richtig verstanden. Ein stärker systematisches Vorgehen birgt hierfür aber Potenzial.

Der Forschungsbedarf in diesem Bereich ist hoch, entsprechende Ergebnisse wichtig für die Zukunft. Aktuell ist die Studienlage jedoch noch nicht umfangreich genug. Durch die Anwendung des in diesem Artikel diskutierten Wirkmechanismus lassen sich Widersprüche innerhalb der Studienlage [13–15, 17, 18] auflösen, auch wenn sich nur zum M. fibularis longus signifikante Ergebnisse gewinnen lassen, zum M. tibialis anterior dagegen

nicht. Die Ergebnisse deuten auf eine Richtungsabhängigkeit hin.

Die im Rahmen dieser Arbeit generierten Daten können als Grundlage für zukünftige Untersuchungen dienen, wenn entsprechend spezifizierte Versuchsaufbauten verwendet werden.

Schließlich herrscht in der Praxis die oft kontroverse Diskussion, ob Einlagen Muskelaktivitäten pauschal verringern. Angesichts der derzeitigen Studienergebnisse können solche Hypothesen jedoch nicht mit Fakten belegt werden.

Insgesamt können unter Berücksichtigung des hier vorgestellten Modells in der Praxis die Wirkweise von Versorgungen besser verstanden und diese somit gezielter angewandt werden.

Für die Autoren:

Lukas Fischer, B. Eng.
Institut für Medizintechnik
Ostbayerische Technische Hochschule
Amberg-Weiden
Hetzenrichter Weg 15
92637 Weiden
l.fischer@fischer-fussfit.de

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

Literatur:

- [1] Robb KA, Howe EE, Perry SD. The effects of foot orthoses and sensory facilitation on lower limb electromyography: A scoping review. *The Foot*, 2022; 52: 101904. doi: 10.1016/j.foot.2022.101904
- [2] Koehl P et al. Knick-Senk-Fuß beim Kind: Was tun? *MMW – Fortschritt der Medizin*, 2023; 165 (7): 48–50
- [3] Mada L, Koehl P, Sesselmann S, Schuh A. Hallux valgus: Wann konservativ, wann operativ behandeln? *MMW – Fortschritt der Medizin*. 2023; 165 (7): 40–42
- [4] Pulido LC et al. Spreizfuß: Typisch sind Schwielen am Fußballen. *MMW – Fortschritt der Medizin*, 2023; 165 (7): 56–57
- [5] Schuh A et al. Knick-Senk-Fuß beim Erwachsenen. *MMW – Fortschritt der Medizin*, 2023; 165 (7): 51–55

- [6] Turcanu M et al. Seit Jahren schmerzhaftes und verdicktes Großzehengrundgelenk. *MMW – Fortschritt der Medizin*, 2023; 165 (7): 44–47
- [7] Keilholz D et al. Evidenzlage orthopädische Einlagenversorgung. *Orthopädieschuhtechnik*, 2016; (12): 32–39
- [8] Keilholz D et al. The current state of evidence on treatment with foot orthoses – a systematic review of the literature. *Foot & Shoe*, 2016; (2): 28–36
- [9] Sesselmann S et al. Methoden zur Bewertung der Wirksamkeit orthopädischer Maßeinlagen – eine systematische Literaturanalyse. *Orthopädieschuhtechnik*, 2016; (12): 40–43
- [10] Kraft M, Disselhorst-Klug C (Hrsg.). *Biomedizinische Technik – Rehabilitationstechnik*. Berlin, Boston: De Gruyter, 2015
- [11] Baumgartner R, Möller M, Stinus H. *Orthopädieschuhtechnik*. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage, revidierte Ausgabe. Geislingen an der Steige: Maurer, 2018
- [12] Becker U. *SGB V: Recht des öffentlichen Gesundheitswesens*. Textausgabe. 15. Aufl. München: Beck, 2008
- [13] Murley GS, Landorf KB, Menz HB, Bird AR. Effect of foot posture, foot orthoses and footwear on lower limb muscle activity during walking and running: a systematic review. *Gait Posture*, 2009; 29 (2): 172–187. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.08.015
- [14] Tomaro J, Burdett RG. The effects of foot orthotics on the EMG activity of selected leg muscles during gait. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1993; 18 (4): 532–536. doi: 10.2519/jospt.1993.18.4.532
- [15] Murley GS, Landorf KB, Menz HB. Do foot orthoses change lower limb muscle activity in flat-arched feet towards a pattern observed in normal-arched feet? *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2010; 25 (7): 728–736. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2010.05.001
- [16] Bonifácio D, Richards J, Selfe J, Curran S, Trede R. Influence and benefits of foot orthoses on kinematics, kinetics and muscle activation during step descent task. *Gait Posture*, 2018; 65: 106–111. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.07.041
- [17] Murley GS, Bird AR. The effect of three levels of foot orthotic wedging on the surface electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2006; 21 (10): 1074–1080. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2006.06.007
- [18] Mündermann A et al. Foot orthoses affect frequency components of muscle activity in the lower extremity. *Gait Posture*, 2006; 23 (3): 295–302. doi: 10.1016/j.gaitpost.2005.03.004
- [19] Moisan G, Cantin V. Effects of two types of foot orthoses on lower limb muscle activity before and after a one-month period of wear. *Gait Posture*, 2016; 46: 75–80. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.02.014
- [20] Schlechtweg S. *Das untere Sprunggelenk als biomechanischer Einflussfaktor. Entwicklung und Anwendung eines IMU-Systems zur Beschreibung der Orientierung der Achsen des Sprunggelenks*. Dissertation, Universität Stuttgart, 2020
- [21] Ludwig O, Kelm J, Fröhlich M. The influence of insoles with a peroneal pressure point on the electromyographic activity of tibialis anterior and peroneus longus during gait. *J Foot Ankle Res*, 2016; 9 (1): 33. doi: 10.1186/s13047-016-0162-5
- [22] Perry J, Oster W, Wiedenhöfer B, Berweck S (Hrsg.). *Ganganalyse. Norm und Pathologie des Gehens*. 1. Aufl. München: Urban & Fischer, 2003
- [23] Maharaj JN, Cresswell AG, Lichtwark GA. The Immediate Effect of Foot Orthoses on Subtalar Joint Mechanics and Energetics. *Med Sci Sports Exerc*, 2018; 50 (7): 1449–1456. doi: 10.1249/MSS.0000000000001591
- [24] Feldman AG, Levin MF, Mitnitski AM, Archambault P. 1998 ISEK Congress Keynote Lecture: Multi-muscle control in human movements. *International Society of Electrophysiology and Kinesiology. J Electromyogr Kinesiol*, 1998; 8 (6): 383–390
- [25] Schneiders AG et al. A valid and reliable clinical determination of footedness. *PM R*, 2010; 2 (9): 835–841. doi: 10.1016/j.pmrj.2010.06.004
- [26] SENIAM Group. Recommendations for sensor location in lower leg or foot muscles [2004]. http://seniam.org/sensor_location.htm (Zugriff am 13.09.2022)
- [27] Konrad P. *The ABC of EMG. A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. Version 1.4 March 2006. <https://www.noraxon.com/wp-content/uploads/2014/12/ABC-EMG-ISBN.pdf> (Zugriff am 13.09.2022)

Temperaturmesssohle zur Prävention eines diabetischen Fußsyndroms

Temperature Measuring Sole for the Prevention of Diabetic Foot Syndrome

Einer von vier Diabetespatienten entwickelt im Laufe der Erkrankung eine Neuropathie in den Füßen. Das Fehlen von Druck-, Schmerz- und Hitzeempfinden wiederum begünstigt die Entstehung eines diabetischen Fußsyndroms, das letztlich bis zur Amputation führen kann. Am häufigsten wird es bei Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2 festgestellt. Weltweit sind heute über 125 Mio. Menschen davon betroffen, und eine individuelle vollumfängliche Betreuung ist auch in Industrienationen kaum möglich. Allerdings kann, bevor sich ein Geschwür bildet, bereits weit im Voraus ein lokaler Temperaturanstieg gemessen und zeitnah eine adäquate Therapie eingeleitet werden. Sinnvoll ist es daher, die Fußtemperatur engmaschig, am besten kontinuierlich, zu kontrollieren. Bei der im Folgenden vorgestellten Temperaturmesssohle wurden die bekannten Herausforderungen einer präventiven Überwachung im Alltag wie technische Machbarkeit, Mess-Adhärenz und eine schnelle und klare Informationsübermittlung für Patienten und Leistungserbringer aus Sicht der Entwickler adäquat gelöst. Dieser Artikel beschreibt den Entwicklungsprozess der entsprechenden Temperaturmesssohle und das finale Produkt.

Schlüsselwörter: Diabetes, Temperaturmonitoring, Temperaturmesssohle, DFS, diabetisches Fußsyndrom, Prävention

One in four diabetic patients develops a neuropathy in the feet during the course of the disease. The lack of

sensation of pressure, pain and heat in turn often contributes to developing the diabetic foot syndrome, which ultimately can result in amputation. It is most commonly seen in patients with type 2 diabetes. Today, over 125 million people globally are affected and comprehensive individualised care is almost impossible, even in industrialised nations. However, long before an ulcer actually develops, a local increase in temperature can be detected and preventive care can be initiated. It therefore makes sense to monitor the temperature of the feet frequently, ideally continuously. The temperature measuring sole described below is the developer's solution to the well-known challenges of preventive monitoring in everyday life, such as technical feasibility, adherence, and fast and clear transfer of information for patients and care providers. This article describes the development process of this temperature measuring sole and the final product.

Key words: diabetes, temperature monitoring, temperature measuring sole, DFS, diabetic foot syndrome, prevention

Einleitung

Diabetes ist ein großes Gesundheitsproblem, das mittlerweile ein alarmierendes Niveau erreicht hat. Die diabetesbedingten Gesundheitsausgaben auf globaler, nationaler und regionaler Ebene sind gestiegen, und besonders Schwellenländer wie Indien, Brasilien, Mexiko und China sind schwer betroffen. Weltweit sind

über eine halbe Milliarde Menschen daran erkrankt. Diese Zahl wird voraussichtlich bis 2045 auf 700 Mio. ansteigen [1]. Das macht Diabetes zu einem der am schnellsten wachsenden globalen Gesundheitsnotfälle des 21. Jahrhunderts.

Diabetes hat neben anderen Beschwerden in vielen Fällen auch eine Neuropathie zur Folge. Eine häufige Form ist die sogenannte periphere Polyneuropathie, oft einhergehend mit einer pAVK (peripheren arteriellen Verschlusskrankheit). Hierbei verliert der Patient das Empfinden in den Extremitäten, sehr häufig beginnend in den Füßen. Durch den Verlust des Schmerzempfindens entwickeln viele Patientinnen und Patienten ein diabetisches Fußsyndrom (DFS).

Etwa 25 % aller Diabetikerinnen und Diabetiker erleiden im Verlauf ihrer Krankheit eine mehr oder weniger schwere Form des DFS. Durch den aus dem Gleichgewicht gelangten Insulinhaushalt entstehen sowohl an den Nervenenden als auch in den Blutgefäßen der Extremitäten Schäden – Druckschmerz, Hitze und Fehlbelastung werden von den Betroffenen nicht mehr wahrgenommen. Das führt zu überbeanspruchten Partien im Fuß. Wenn diese unbehandelt bleiben, sind Geschwüre und Wunden unvermeidbar. Sehr häufig sind kleine oder große Amputationen das Endresultat. Eine entsprechende Fußbetreuung bietet zwar notwendigen Schutz und Dämpfung, ist aber nicht immer ausreichend, um Patientinnen und Patienten vor den Folgen eines DFS zu schützen.

Wie vermutlich alle Leistungserbringer aus dem orthopädischen



Abb. 1 Visualisierung der Projektidee.

Bereich haben auch die Partner der Osentec GmbH über die letzten Jahre eine Zunahme der Fälle mit diabetischen Füßen verzeichnen müssen. Erschreckend dabei ist, dass man viele Patientinnen und Patienten immer wieder sieht und dass sich die Gesundheit und der Zustand der Füße zusehends verschlechtern. Dies hat der Impulsgeber, die Orthopädie-Technik-Service aktiv GmbH, zum Anlass genommen, zusammen mit dem KDK (Kompetenzzentrum Diabetes Karlsburg) ein durch EU-Mittel gefördertes Verbundforschungsprojekt ins Leben zu rufen, um Patientinnen und Patienten bei der Prävention eines DFS zu unterstützen und ihre Mobilität zu erhalten (Abb. 1).

Wissenschaftliche Grundlagen

Die Ursachen für diabetische Fußgeschwüre können von einer akuten Verletzung bis hin zu einer dauerhaften Fehlbelastung des Fußes reichen. Es handelt sich um eine offene Wunde oder ein Geschwür am Fuß, das sich in der Regel an der Unterseite befindet, aber auch an anderen Stellen des Fußes entstehen kann. Ein Fußgeschwür kann zu Hautverletzungen, Infektionen, Wundbrand und im schlimmsten Fall zu einer Amputation führen. Bei der Entstehung spielen mehrere Faktoren eine Rolle, wie im Folgenden ausgeführt wird.

Im Jahr 1975 erkannten der Diabetologe Paul Brand und seine Kollegen erstmals, dass eine Entzündung des

Fußes eine Vorstufe zu Fußkomplikationen bei Hochrisikopatienten mit Diabetes mellitus ist. Seitdem wird die Temperaturmessung zur Vorbeugung diabetischer Fußgeschwüre eingesetzt. Ihr Erfolg wurde in mehreren von Experten begutachteten Studien gemessen und bewertet [2]. Die sich an die Temperaturmessung anschließende temperaturgeführte Prävention wird inzwischen in klinischen Praxisleitlinien für Hochrisikopatienten mit Diabetes von der Internationalen Arbeitsgruppe zum diabetischen Fuß (International Working Group on the Diabetic Foot, IWGDF) und vielen weiteren nationalen und internationalen Organisationen empfohlen [3]. Abgesehen von der ersten Studie aus den 1970er Jahren haben neuere Studien die Wirksamkeit der Thermometrie bei der Erkennung und Vorbeugung von diabetischen Fußkomplikationen bestätigt. Im Jahr 2017 stellte die US-amerikanische Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) fest, dass die häusliche Überwachung der Fußtemperatur nachweislich wirksam ist, um das Auftreten und/oder Wiederauftreten von Fußgeschwüren zu verhindern [4].

In weiteren randomisierten und kontrollierten Studien (RCTs), beispielsweise im Jahr 2004 [5] und zweimal im Jahr 2007 [6, 7], wurde die Thermometrie mit positiven Ergebnissen untersucht. Die drei RCTs berichteten über eine durchschnittliche relative Verringerung der diabetischen Fußgeschwüre um 70 %, was sich auch in der Aufnahme der Ther-

mometrie in die klinischen Praxisleitlinien widerspiegelt [3].

In aktuellen Studien werden diese Erkenntnisse aufgegriffen und detailliertere Untersuchungen durchgeführt. So beschreiben Rovers et al., inwiefern die Adhärenz bei der Fußtemperaturmessung in einer Kohorte über die Zeit abnimmt [9]. Die Konklusion der Autoren lautet, dass eine kontinuierliche Unterstützung bei der Messung der Fußtemperatur im Alltag nötig ist, um gute Ergebnisse bei der Vorbeugung zu erzielen. Daraus ergibt sich im Umkehrschluss, dass Patientinnen und Patienten ohne externe Anreize im Allgemeinen mit der Zeit aufhören, ihre Füße zu kontrollieren. Eine reibungslose Integration der Temperaturmessung in den Patientenalltag erscheint dem Autor daher sehr förderlich, um eine hohe Adhärenz zu gewährleisten.

In einer Studie aus dem Februar 2022 untersuchen Grech et al. unterschiedliche Systeme zum Monitoring der Fußsohlentemperatur. Es erwies sich dabei, dass bisherige mobile Systeme, die für den Alltag gedacht sind, mit maximal 8 Sensoren pro Fuß arbeiten und somit gegenüber Wärmebildern wesentlich ungenauer sind [10]. Dies führt unter anderem dazu, dass betroffene Areale am Fuß nicht individuell genug erfasst werden können. Mit der hier vorgestellten Entwicklung wurde versucht, dieser Erkenntnis Rechnung zu tragen: Die Anzahl der Sensoren pro Fuß wurde auf 16 verdoppelt, um so die Messdichte und damit die Genauigkeit zu erhöhen.

Umfang des Forschungsprojekts

Auf der Basis dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse und der gesamten langjährigen Erfahrung in der Versorgung von Patienten mit diabetischem Fußsyndrom wurde das Forschungsprojekt gestartet. Das grundlegende Ziel des Projekts bestand in der Entwicklung und klinischen Erprobung einer Messsohle zur Prävention eines diabetischen Fußsyndroms durch kontinuierliche Messung der plantaren Temperatur. Auf diese Weise kann rechtzeitig, teilweise sogar mehrere Wochen vor der Wundentstehung, eine adäquate Therapie eingeleitet werden.

Begonnen wurde mit der Entwicklung einer systematischen und objektiven Beurteilung des Hautgewebes zur Detektion entzündungsrelevanter Parameter. Dies geschah mittels nichtinvasiver biophysikalischer Messmethoden. Dabei wurden 21 Probandinnen und Probanden in folgende Gruppen unterteilt:

- **Gruppe 1:** Hochrisikogruppe mit ausgeprägter Polyneuropathie ohne Ulzeration/Wunde (n = 7)
- **Gruppe 2:** Wundgruppe mit ausgeprägter Polyneuropathie mit Ulzeration/Wunde (n = 7)
- **Gruppe 3:** gesunde Probanden ohne Polyneuropathie und ohne Ulzeration/Wunde (n = 7)

Neben den eigentlichen Untersuchungen der Probandinnen und Probanden am Funktionsmuster der Sensorsohle wurden zahlreiche Vergleichsmessungen durchgeführt, die der Methodenetablierung dienten:

- tcpO₂-Messungen
- Laser-Doppler-Imaging der Mikrozirkulation des Blutes
- Hyperspektral-Imaging
- Aufnahmen mit einer Wärmebildkamera
- Pedografie-Messungen

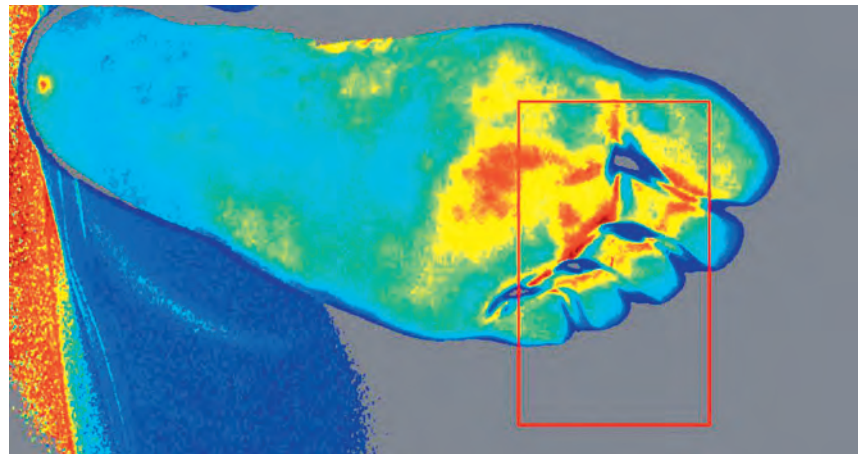


Abb. 2 Falschfarbendarstellung eines Fußes mit Hilfe einer Laser-Doppler-Aufnahme.

Für einen entsprechenden Abgleich der Wärmeentwicklung bzw. zur möglichen Detektion von entstehenden Entzündungen wurden verschiedene Techniken wie tcpO₂-Messungen oder Laser-Doppler-Imaging zur Messung der Mikrozirkulation des Blutes durchgeführt und ausgewertet (Abb. 2). Speziell die Laser-Doppler-Aufnahmen bedurften großer Sorgfalt und bedeuteten einen hohen Zeitaufwand. Dies wurde von den Probandinnen und Probanden oft als unangenehm empfunden, und jede Bewegung führte unweigerlich zu nicht

auswertbaren Bildern. Die mit diesem Verfahren gesammelten Daten waren daher häufig zu ungenau.

Während Laser-Doppler- und tcpO₂-Messungen sich als sehr zeitaufwendig herausstellten, erwiesen sich Aufnahmen mittels Wärmebildkamera und Hyperspektralkamera zur Vermessung von Patienten als deutlich geeigneter (Abb. 3). Ein besonderer Vorteil dieser Verfahren bestand darin, dass die Auswertung hierbei sowohl ein Maß für die gesamte Fußfläche als auch für einen einzelnen Punkt zuließ – wodurch auch einzelne Hotspots detektiert werden konnten.

Aufnahmen mit der Hyperspektralkamera verdeutlichen zwar die komplexen Unterschiede in der Durchblutung der Füße, zeigen aber keine Unterschiede in der Temperatur. Diese Messungen sind allerdings sehr gut geeignet, um Entzündungen zu detektieren (siehe den Hotspot bei „Oxygenierung Tiefe“; Abb. 4). Die Kombination beider Verfahren führte zu einer aussagekräftigen Datenlage. Vergleichend wurden immer wieder Pedografie-Messungen herangezogen, um ein besseres Ursachenverständnis zu erreichen (Abb. 5a u. b).

In einer frühen Phase des Projekts wurde der Einsatz der entsprechen-

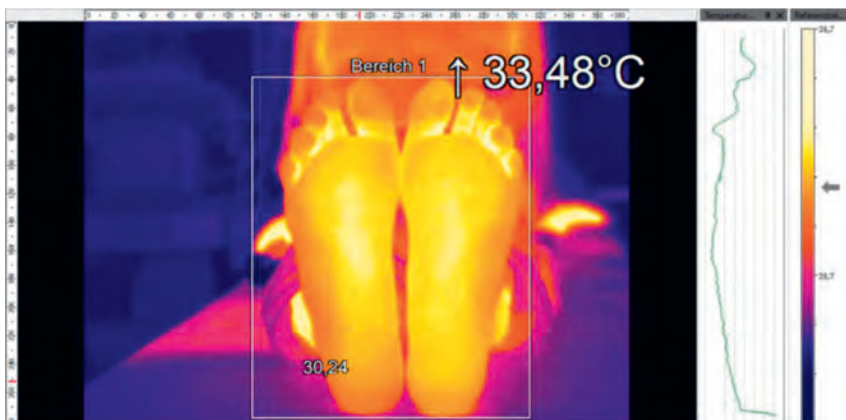


Abb. 3 Aufnahme der Fußtemperatur bei einem gesunden Menschen mit Hilfe einer Wärmebildkamera.

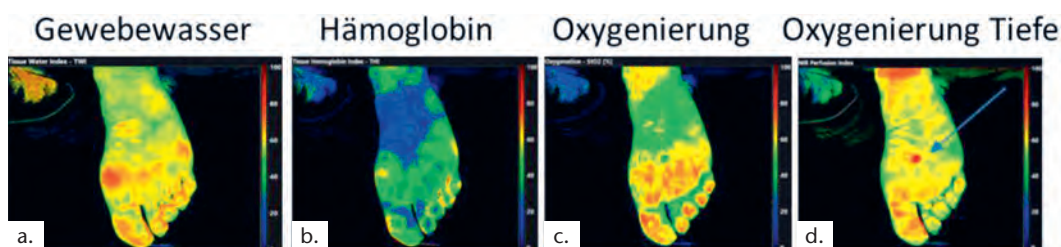


Abb. 4a–d Hyperspektral-Imaging zur Messung der Sauerstoffsättigung in Blut und Gewebe.

den Temperatursensoren getestet. Um zunächst Probleme zu umgehen, die sich durch den Einsatz einer flexiblen Einlegesohle ergeben könnten, wurden die Sensoren in eine Platte eingebaut. Auch war dadurch der Einsatz einer hohen Anzahl an Sensoren pro Flächeneinheit möglich, da auch das Abstrahlverhalten (bzw. der Bereich, der von den Sensoren erfasst werden kann) noch ermittelt werden musste. Ein weiterer Vorteil bestand in der klinischen Testung unter Laborbedingungen, um erste Daten zur Temperaturverteilung und zur Stabilität zu sammeln. Die Temperaturmessplatte (Abb. 6) hatte die Gestalt einer Personenwaage und wurde somit von den Probandinnen und Probanden sehr gut akzeptiert. Die Temperaturentwicklung im Entzündungsverlauf und die Korrelation der Temperaturveränderung mit den gemessenen Entzündungsparametern konnten auf diese Weise adäquat charakterisiert werden.

Zwischenergebnis

In dieser Studie konnten hohe Korrelationen zwischen den Messdaten der Sensormessplatte, den Sensorsohlen, den Bildern der Wärmebildkamera und auch der Hyperspektralbilder festgestellt werden. Im Gegensatz dazu konnten keine direkten Zusammenhänge zwischen den Temperaturdaten und den Daten der Pedografiemessungen ermittelt werden (Abb. 7). Im direkten Vergleich der mit den Tempe-



Abb. 6 Darstellung der Temperaturmessung am gesunden Probanden mit Hilfe der Temperaturmessplatte – es wird eine gleichmäßige Verteilung der Wärme angezeigt.

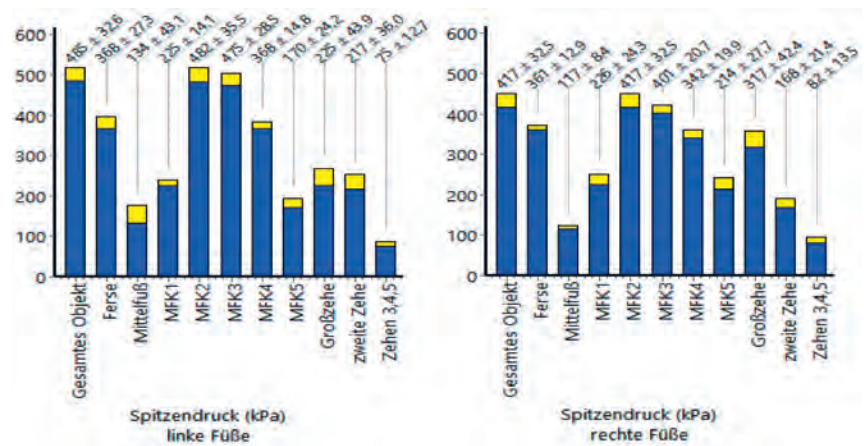


Abb. 5a Darstellung der Auswertung einer Pedografie-Messung; Vergleich linker und rechter Fuß bezüglich Abrollverhalten und der dabei entstehenden lokalen Drücke.

Abb. 5b Darstellung des gemittelten Maximaldruckbildes anhand der in der Pedografie erhobenen Daten.

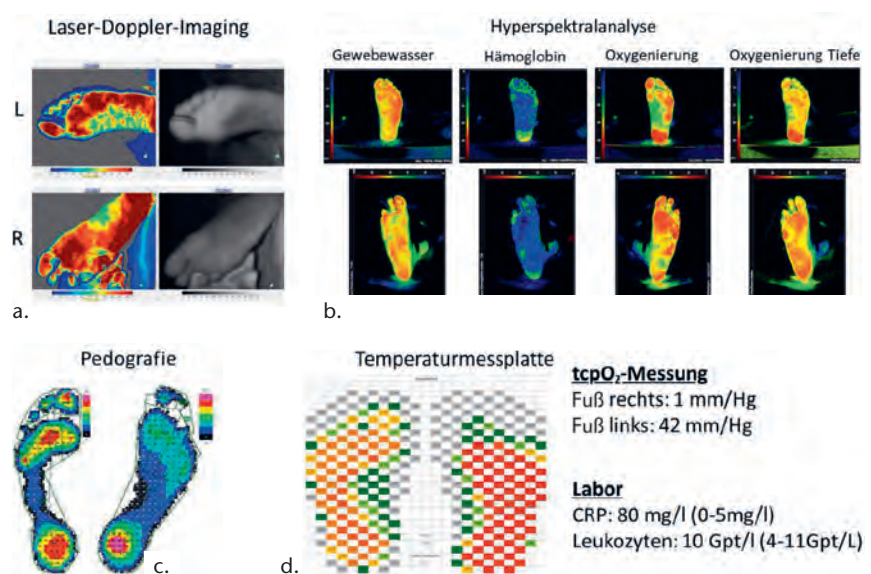
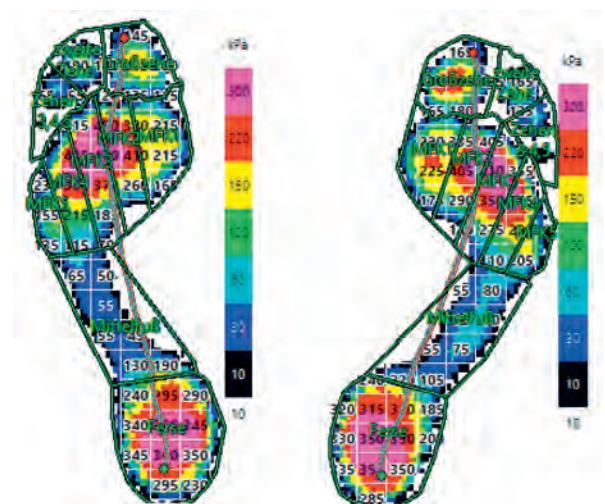


Abb. 7a-d Zusammenfassung der Vergleichsdatenerhebung aus Laser-Doppler (a), Hyperspektralanalyse (b), Pedografie (c) und Temperatursensoren (d) am Beispiel der Hochrisikogruppe.



Abb. 8 Beispiel der Detektion einer Fersenentzündung.

ratorsensoren ermittelten Daten und denen, die mit Hilfe der Wärmebildkamera erhoben wurden, konnte eine hohe Übereinstimmung nachgewiesen werden. Auch konnte erfolgreich gezeigt werden, dass eine bestehende Entzündung am Fuß durch die erhobenen Messdaten nachgewiesen werden konnte. Speziell anhand der in Abbildung 8 dargestellten Ferseninfektion zeigte sich die klinische Relevanz der Messergebnisse.

Es konnte nachgewiesen werden, dass Temperaturveränderungen mit einer tatsächlichen Entzündungsausprägung korrelieren und frühzeitig von den Sensoren erkannt werden. Ebenso konnten Schwellenwerte ermittelt werden, die den Beginn einer Entzündung anzeigen.

Dies wurde in allen klinischen Arbeitspaketen entsprechend weiterverfolgt. Dabei erwies sich, dass der in der Literatur [8] beschriebene Schwellenwert von 2 bis 3 Grad Celsius über den Werten des umgebenden Gewebes in den Messdaten klar detektiert und auch von normalen Schwankungen der Messwerte unterschieden werden konnte.

Insgesamt wurden über 90 Datensätze bei den 21 Probandinnen und Probanden erhoben. Weitere Datensätze zur Simulation einer Entzündung wurden mit verschiedenen anderen Ansätzen generiert, beispielsweise mit eingelegten Wärmeplättchen. Entsprechende Vergleichsversuche zur Simulation von „Hotspots“ wurden zu unterschiedlichen Zeiten durchgeführt und dienten der generellen Überprüfung der Theorie bzw. der Messgenauigkeit der Sensoren (Abb. 9).

Fallbeispiel

Final konnten mit Hilfe der Temperatur-Messdaten erfolgreich Patientinnen und Patienten mit einer angehenden, jedoch nicht visuell erkennbaren Entzündung identifiziert werden. Als Beispiel sei die Probandin MP-089 genannt. MP-089 klagte zudem über Schmerzen am linken Fuß. An den entsprechenden Stellen konnten zwar Schwielen identifiziert werden, es lag aber keine starke Rötung oder gar Anzeichen einer Wunde vor (Abb. 10a u. b). Diese Patientin wur-

de entsprechend dem Arzt vorgestellt. In der Folge wurde die Patientin zum Podologen überwiesen, um eine fachgerechte Behandlung der Problemzone einzuleiten. Diese Behandlung führte zu einer Verbesserung der Entzündung am linken Fuß – der identifizierte Hotspot war nach 2 Tagen verschwunden.

Ergebnis des Forschungsprojekts

Das Resultat des Forschungsprojekts ist ein Spin-off (Ausgründung) namens Osetec GmbH (Orthopedic Sensor Technologies), das diese Lösung zur Früherkennung von Geschwüren und Wunden bei Diabetespatienten auf



Abb. 10a Darstellung der lokalen Temperaturdifferenz bei Risikopatientin MP-089.



Abb. 10b Darstellung der Wärmeverteilung nach der podologischen Behandlung von Risikopatientin MP-089 – die Füße sind gleichmäßig erwärmt und durchblutet.

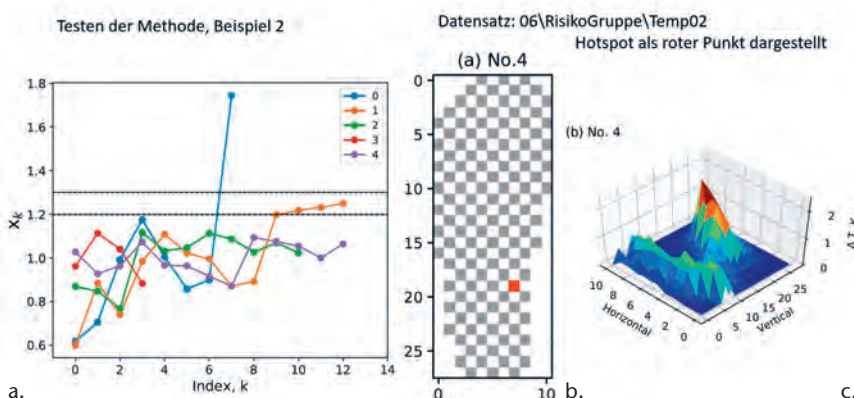


Abb. 9a-c Beispieldaten aus der Algorithmus-Entwicklung, basierend auf den Daten der Probandinnen und Probanden aus den verschiedenen Risikogruppen. Deutlich sichtbar ist der Ausschlag des blauen Graphen in (a), der anhand der Sensorlokalisierung der Sohle zugeordnet werden konnte (b; roter Spot). Die Anwendung des Algorithmus ergab letztlich ein deutliches Signal im Vergleich zu den Sensoren in direkter Umgebung (c; deutlich sichtbarer Peak).

den Markt bringt. Die Lösung besteht aus zwei Komponenten:

- einer Einlage mit Sensoren (Abb. 11a u. b) und
- einer dazugehörigen App, die den Algorithmus enthält.

Die Einlage kann sowohl konfektioniert als auch maßgenau gefertigt werden. Einlagenmaterial, Deckschicht und weitere Komponenten können dabei frei gewählt werden. Die Technologie ist auch in einer diabetesadaptierten Fußbettung (DAF) einsetzbar. Kern ist immer ein 0,5 Millimeter dünnes Sensornetz, das die Fußsohlentemperatur mittels Thermistoren (Temperatursensoren)

auf 0,1 Kelvin genau misst. Dieses ist in einer planen flexiblen Folie enthalten, die keinerlei Bedingungen an die Einlagengeometrie stellt oder Druckstellen erzeugt, dargestellt in Abbildung 11c. In der App werden die Messwerte des Nutzers ausgewertet. Der Algorithmus vergleicht diverse Parameter und ermittelt Temperaturdifferenzen, die auf beginnende Entzündungen schließen lassen. Nutzerinnen und Nutzern wird somit die Möglichkeit eröffnet, bereits bis zu mehrere Wochen vor der Bildung eines Ulkus oder einer Wunde einen Arzt bzw. eine Ärztin aufzusuchen. Diese können dann entsprechende präventive Maßnahmen ergreifen bzw. eine Therapie einleiten. Abbildung 11d stellt

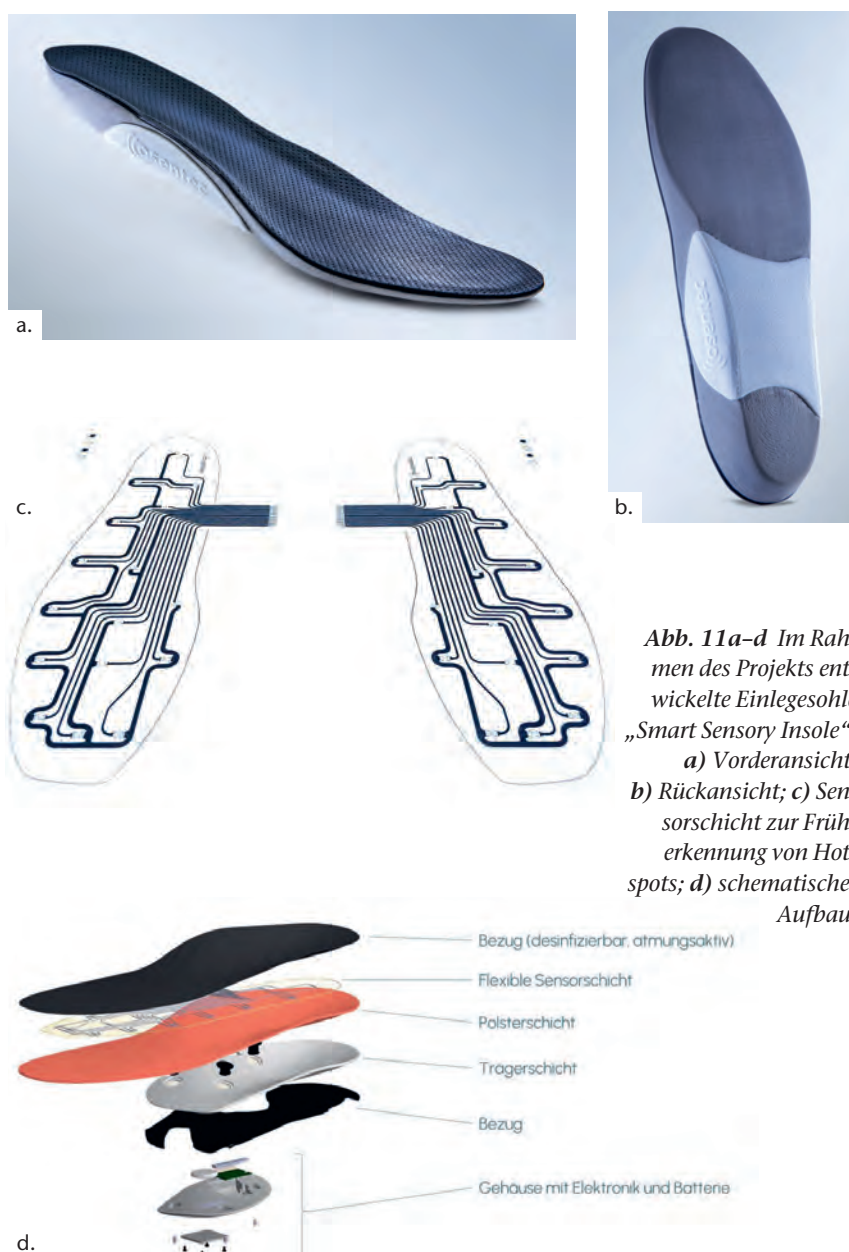


Abb. 11a–d Im Rahmen des Projekts entwickelte Einlegesohle „Smart Sensory Insole“; a) Vorderansicht; b) Rückansicht; c) Sensorschicht zur Früherkennung von Hot-spots; d) schematischer Aufbau.

Fachkräfte finden



STELLENANZEIGEN

Buchen Sie Ihre Stellenanzeige in der OT

Erreichen Sie mit Ihrer Stellenanzeige im Fachmagazin ORTHOPÄDIE TECHNIK die Branchen-Fachkräfte aller Ebenen des gesamten deutschsprachigen Raums, egal ob für den Handel, die Werkstatt oder für die Industrie.

Jocelyn Blome berät Sie zu Ihrer Anzeigenschaltung unter +49 151 10841489.

Unsere Mediadaten



Weitere Informationen unter: www.360-ot.de/mediadaten/



Abb. 12 Applikation mit Warnfunktion; die Datenübertragung erfolgt per Bluetooth.

den Aufbau der Einlage schematisch dar. Ein komplementäres Produkt zur „Smart Sensory Insole“ ist die bereits erwähnte Smartphone-Applikation für den Anwender, schematisch dargestellt in Abbildung 12.

Mehrere Firmen und Institute arbeiten an der Früherkennung von Geschwüren und Wunden anhand von Temperaturdifferenzen der Fußsohlen bzw. per Druckmonitoring. Ein wichtiger Aspekt ist die Verfügbarkeit der Sensorik im Alltag. Druck-

basierte Systeme nehmen mehrere Messwerte pro Sekunde auf, was dazu führt, dass die Akkus der Einlagen mehrmals in der Woche bis täglich aufgeladen werden müssen. Die hier vorgestellte Lösung gibt sich mit deutlich weniger Messwerten zufrieden und erlaubt den Patientinnen und Patienten eine lade- und kabelfreie Überwachung ihrer Fußsohlen durch die Nutzung einfacher Knopf-batterien. Diese liefern Energie für mehrere Monate.

Das Problem der Dauerfestigkeit im Alltag wurde durch eine entsprechende Konstruktion gelöst. Die verwendeten Materialien sichern ausgehend von den Dauerbelastungsversuchen eine technische Produktaltbarkeit der Elektronik von über einem Jahr. Die Produktentwicklung ist mittlerweile so weit fortgeschritten, dass die Markteinführung kurz bevorsteht (Stand: Oktober 2022).

Interessenkonflikt

Der Autor ist Geschäftsführer des Spin-offs Osentec GmbH (Orthopedic Sensor Technologies).

Der Autor:

Dipl.-Wirt.-Ing. Lars Eschenburg
Geschäftsführer
Osentec GmbH
Friedrich-Engels-Ring 6
17033 Neubrandenburg
lars.eschenburg@osentec.de

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

Literatur:

- [1] International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas. 10th edition, 2021. <https://www.diabetesatlas.org> (Zugriff am 01.09.2022)
- [2] Bergtholdt HT, Brand PW. Thermography: an aid in the management of insensitive feet and stumps. Arch Phys Med Rehabil, 1975; 56 (5): 205–209. PMID: 1137472
- [3] Bus SA, Lavery LA, Monteiro-Soares M, Rasmussen A, Raspovic A, Sacco ICN, van Netten JJ; International Working Group on the Diabetic Foot. Guidelines on the prevention of foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2019 update). Diabetes Metab Res Rev, 2020; 36 Suppl 1: e3269. doi: 10.1002/dmrr.3269. PMID: 32176451
- [4] Dy SM, Bennett WL, Sharma R, Zhang A, Waldfogel JM, Nesbit SA, Yeh H, Chelladurai Y, Feldman D, Wilson LM, Robinson KA. Preventing Complications and Treating Symptoms of Diabetic Peripheral Neuropathy. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality, 2017. doi: <https://doi.org/10.23970/AHRQEPCCER187>
- [5] Lavery LA, Higgins KR, Lanctot DR, Constantinides GP, Zamorano RG, Armstrong DG, Athanasiou KA, Agrawal CM. Home monitoring of foot skin temperatures to prevent ulceration. Diabetes Care, 2004; 27 (11): 2642–2647. doi: 10.2337/diacare.27.11.2642. PMID: 15504999
- [6] Lavery LA, Higgins KR, Lanctot DR, Constantinides GP, Zamorano RG, Athanasiou KA, Armstrong DG, Agrawal CM. Preventing diabetic foot ulcer recurrence in high-risk patients: use of temperature monitoring as a self-assessment tool. Diabetes Care, 2007; 30 (1): 14–20. doi: 10.2337/dc06-1600. PMID: 17192326
- [7] Armstrong DG, Holtz-Neiderer K, Wendel C, Mohler MJ, Kimbriel HR, Lavery LA. Skin temperature monitoring reduces the risk for diabetic foot ulceration in high-risk patients. Am J Med, 2007; 120 (12): 1042–1046. doi: 10.1016/j.amjmed.2007.06.028. Erratum in: Am J Med, 2008; 121 (12). doi: 10.1016/j.amjmed.2008.09.029. PMID: 18060924
- [8] Wijlens AM, Holloway S, Bus SA, van Netten JJ. An explorative study on the validity of various definitions of a 2.2°C temperature threshold as warning signal for impending diabetic foot ulceration. Int Wound J, 2017; 14 (6): 1346–1351. doi: 10.1111/iwj.12811. PMID: 28990362. PMID: PMC7949930
- [9] Rovers FJ, Van Netten JJ, Busch-Westbroek TE, Aan de Stegge WB, Bus SA. Adherence to at-Home Monitoring of Foot Temperatures in People with Diabetes at High Risk of Ulceration. Int J Low Extrem Wounds, 2022: 15347346221114565. doi: 10.1177/15347346221114565. Epub ahead of print. PMID: 35840892
- [10] Grech J, Mizzi S, Falzon O. A Technical Review of Foot Temperature Measurement Systems. J Am Podiatr Med Assoc, 2022; 112 (2): 21–065. doi: 10.7547/21-065. PMID: 35239503

Verhilft Betrieben dazu, sich als starke Marke zu etablieren: Georg Sislak, Geschäftsführer der Werbeagentur Sislak Design.



Fotos [3]: Sislak Design Werbeagentur GmbH

Auf der Suche nach einem Alleinstellungsmerkmal

Wie Markenbildung zur Gewinnung neuer Fachkräfte beitragen kann

Was macht einen Betrieb eigentlich attraktiv? Und wie hebt er sich von der Konkurrenz ab? „Märkte, auch regionale, sind von Verdrängungsmechanismen betroffen. Wenn ein Betrieb eine schwache Marke hat, die zum Beispiel nur aufgrund eines Familiennamens in dritter Generation platziert wurde, dann ist das heute zu wenig“, sagt Georg Sislak, Geschäftsführer der Werbeagentur Sislak Design mit Sitz im hessischen Gelnhausen. Gemeinsam mit seinem Team unterstützt er OST- und OT-Betriebe sowie Sanitätshäuser dabei, ihre eigene Marke aufzubauen und zu vermarkten: nicht nur im Hinblick auf Kundengewinnung und -bindung ein Plus, sondern auch mit Blick auf potenzielle Nachwuchskräfte. Denn in einer Branche, in der die Moderne zwar in den Werkstätten, noch nicht aber in allen Köpfen eingezogen ist, kann Marketing vielleicht nicht alles, aber gut gemacht umso mehr.

Auch wenn die Wahrnehmung von der Notwendigkeit guten Marketings in den vergangenen Jahren mehr und mehr stieg, so Sislak, sei für Employer Branding (Arbeitgebermarkenbildung) noch wenig Verständnis vorhanden, also dass ein Betrieb nicht nur auf Kundenseite eine Marke etablieren muss, sondern ebenfalls mehr und mehr auf Arbeitgeberseite. Letztendlich sind die dahinterstehenden Mechanismen aber die gleichen, die für die Kundschaft angewendet werden. Dieses veraltete Denken versucht der Werbeexperte zu ändern. Denn auch mit Blick auf die Gewinnung neuer Fachkräfte kann dieser alleinige Fokus ein Problem darstellen. „Viele Betriebe tun sich schwer damit, Auszubildende und Mitarbeiter zu finden. Die Branche steht in der Wahrnehmung oft immer noch lediglich für Gummistrümpfe und Klumpfüße.“ Heute längst überholt, aber vom Marketing vernachlässigt.

Spezialisierung betonen

Egal ob Kund:in oder Mitarbeiter:in: Um von seinen Zielgruppen wahrgenommen zu werden, um aufzufallen und sich von der Masse abzuheben, braucht ein Unternehmen ein Alleinstellungsmerkmal. Und das sollte sich laut Sislak bereits im Namen wiederfinden. Entweder der ursprüngliche Name des Betriebs bleibt bestehen und zusätzlich wird die Spezialisierung über den Claim und die Werbekampagne impliziert, oder aber es wird ein komplett neuer Name entwickelt, nennt er zwei Optionen. Um gemeinsam mit dem jeweiligen Betrieb den passenden Weg zu finden, macht sich das Agenturteam vor Ort ein Bild. Wie die Firmen strukturiert sind, ist vordergründig ähnlich, aber im Detail sehr unterschiedlich, da die meisten Betriebe inhabergeführt sind oder einen Filialleiter haben, der seinen eigenen Stempel aufdrückt. Das Alleinstellungsmerkmal bezieht sich für Sislak vor allem auf die Hilfsmittel, die verstärkt angeboten und verkauft werden, im Bereich OST vielleicht Einlagen, im Bereich OT Orthesen und im Sanitätsfachhandel der Reha-Bereich. Wenn man genau hinschaut, werden aber Unterschiede deutlich: Im Gespräch mit einem Sanitätshaus stellte sich beispielsweise heraus, dass die Kompressionsversorgung fast 20 Prozent des Gesamtumsatzes ausmacht. „Dann müssen wir euch in diesem Bereich als Spezialisten positionieren“, so die Schlussfolgerung. Mit dem Konzept der „Einlage-to-go“ versucht ein anderer Betrieb sich von der Konkurrenz abzusetzen. Die Kund:innen können ohne Termin kommen und bekommen noch während des Besuchs ihre Einlagen individuell gefertigt. Bei der Analyse der Füße nicht nur einen Scan machen, sondern ergänzend eine Fußdruckmessung

anbieten – damit geht ein weiterer Betrieb in die Werbung. Das soll selbstverständlich die Kund:innen ansprechen, kommt aber auch beim Nachwuchs gut an. Wer präsent in der Region ist, einen starken Auftritt hat und zeigt, was er anders macht als andere, wird eher wahrgenommen und als attraktiver Arbeitgeber ins Auge gefasst.

„Co-Branding“ ist ein weiteres Mittel der Werbeagentur, um Kund:innen und Mitarbeiter:innen anzuziehen: Welches Hilfsmittel im Betrieb ist so besonders, dass es eine eigene Marke sein könnte? Das kann beispielsweise eine spezielle Einlage für Sportler:innen sein, die dann einen eigenen Namen erhält. „Betriebe, die so ein Produkt aktiv bewerben, merken deutliche Steigerungen im Verkauf“, berichtet Sislak. Der Grund: Markenaffinität sei in den vergangenen 20 Jahren in Deutschland, Österreich und der Schweiz enorm gestiegen. „Die Leute wollen Marken tragen, keine No-Name-Produkte – und das nicht zuletzt im Gesundheitssegment. Gewünscht sind Produkte mit einer Geschichte dahinter und Mitarbeiter, die dafür einstehen.“

Nachwuchs will moderne Technologie

Ebenfalls lohnend hervorzuheben: moderne Technologie, die durch 3D-Druck, Software und Co. mehr und mehr Einzug in die Branche erhält. „Junge Menschen sind technikaffin und fit im Umgang mit PC und Smartphone. Das wollen sie auch im Betrieb sehen“, betont Sislak – zusätzlich innerhalb der internen Abläufe, die sich durch den Einsatz digitaler Prozesse vereinfachen lassen. „Ein gut laufendes ERP-System und Warenwirtschaftssystem werden teilweise von jungen, frisch ausgebildeten Menschen verlangt.“

Teil der Markenbildung ist der Leitbildprozess. Hier werden die Philosophie des Unternehmens (wofür stehen wir?), die Vision (wo wollen wir hin?), die Mission (wie erreichen wir das?) sowie das Selbstverständnis des Teams definiert, auch um genau das in der Suche nach Bewerber:innen rüberzubringen. Sind das Alleinstellungsmerkmal und die Philosophie gefunden, geht es an die Entwicklung einer Kampagne, die vordergründig digital über die Website, regionale Portale und die Social-Media-Kanäle verbreitet wird. Laut Sislak ist die Website der Dreh- und Angelpunkt für einen starken Auftritt nach außen, das digitale Schaufenster eines jeden Betriebs. Früher gab die Printwelt den Takt vor, heute heißt es Web to Print. Viele Kund:innen und Bewerber:innen suchen gezielt die Unternehmensseiten auf, in den vergangenen zehn Jahren hat sich das Klickverhalten verzehnfacht. Damit die Zielgruppen auf die Seiten gelangen, lohnt es sich, die Alleinstellungsmerkmale hervorzuheben und für Google gut zu verschlagworten. „So gefunden zu werden ist in dieser Bran-

che gut möglich, weil es sich um einen regionalen Markt handelt und die Betriebe ihre Produkte in der Regel nicht deutschlandweit vertreiben.“ Während wenige Inhalte auf der Website implizieren „ich habe wenig zu sagen, ich will nicht zeigen, was ich mache“, unterstellen mehr Aktivitäten sowie die genaue Erläuterung der Leistungen und Vorstellung der Teammitglieder Offenheit und Transparenz – den Kund:innen und den Arbeitssuchenden gegenüber. Den klassischen Imagefilm hält Sislak für ungeeignet, plä-

diert vielmehr für kurze Videos zu einem bestimmten Thema – gern auch mal mit einem Augenzwinkern. Ein Plus: Google wertet Videobeiträge und die Einbindung von Links besonders hoch. Zudem sieht Sislak in der Online-Terminvergabe ein wichtiges Tool, das auf der Website eingebunden werden sollte. Denn die Kund:innen von heute sind es von vielen Gesund-

heitsbereichen wie Arzt und Apotheke gewohnt, Termine digital absprechen zu können. Ebenfalls nicht zu unterschätzen: die Kundenansprache. „Der große Kundestamm, den viele Betriebe haben, wird viel zu wenig informiert.“ Früher wurde befürchtet, sie sind genervt. Heute zeigt sich: Sie sind erst genervt, wenn sie bombardiert werden, mit Informationen, die sie nicht betreffen. Eine Erinnerung für eine Nachkontrolle dagegen kommt gut an. Win-Win für beide Seiten. Zufriedene Kundschaft bedeutet zugleich ein zufriedenes Team. Und gerade für technikaffine Azubis ist das eine schöne Möglichkeit, neue Newsletter oder Messenger-Systeme zu verwalten.

Eine weitere Möglichkeit ist es, Social-Media stärker in den Fokus zu nehmen. „Man muss dort präsent sein. Der moderne Arbeitnehmer muss sich seinen Arbeitsplatz nicht mehr suchen – der Arbeitsplatz kommt zu ihm. Darauf muss man sich einstellen.“ Große Jobportale und Anzeigen in Printmedien funktionieren bei der Suche nach Managerpositionen oder Werkstattleitung gut, spielen für einen Gesellen aber eine untergeordnete Rolle, so Sislaks Erfahrung. Die schauen sich eher auf Social Media um. „Guter Content muss authentisch sein“, betont er zudem. Seine Kunden nehmen die Nutzer:innen zum Beispiel (mit Erlaubnis) mit in die Patientenkabine, lassen sie so direkt an der Versorgung teilhaben – ein persönlicher und ehrlicher Auftritt. Professionelle, klassische Werbeposts dürfen in Kombination ebenfalls nicht fehlen – immer unter Einhaltung des Corporate Designs, sprich der Verwendung unternehmensspezifischer Farben, Schrift, Logo und Wording sowie dem Bezug zur Marke. Rund zwei Posts pro Woche sind sinnvoll, um die Community aufzubauen und am Leben zu halten. Zudem rät der Werbeexperte dazu, sich in regionalen Gruppen zu bewegen und dort Inhalte zu streuen und Ideen einzufangen. Der Vorteil der Branche: „Sie



Heute suchen junge
Menschen
sinnstiftende Berufe



ist ein helfendes Handwerk. Es werden Produkte verkauft, die nicht nur nice-to-have sind, sondern die tatsächlich gebraucht werden“, sagt Sislak. Für ihn generell ein Thema, das es beim Employer Branding zu berücksichtigen gilt. „Heute suchen junge Menschen sinnstiftende Berufe. Und alle Handwerksberufe sind sinnstiftend – egal ob im Verkauf, in der Werkstatt oder im Vertrieb.“

Für jede Einlage einen Baum pflanzen

Das Thema Nachhaltigkeit gewinnt in diesem Zusammenhang mehr und mehr an Bedeutung. Sislak sieht im Green Branding einen wichtigen Bestandteil der Markenbildung. Ein Vorteil der OT- und OST-Betriebe: Durch die standortnahe Produktion entstehen in der Regel selten lange Wege, CO₂ wird eingespart. Die Arbeitsplätze sind durch den regionalen Markt wohnortnah. „Allein dadurch kann man schon Nachhaltigkeit symbolisieren“, findet er. Auch Papierreduzierung, Solaranlagen oder digitalisierte Patientenbögen bieten Einsparpotenzial. Einige seiner Kunden gehen Schritte weiter, bieten – was lange vernachlässigt wurde – wieder Reparaturen von Lederwaren etc. an und gehen damit aktiv in die Werbung. Sislak ist bewusst, dass solche Angebote einen deutlichen Mehraufwand bedeuten, rät Betrieben – sofern es sich einrichten lässt – aber dazu. „Das kommt heute super an. Auch beim Nachwuchs“, denkt er an einen Azubi zurück, der sich genau aus diesem Grund beworben hatte. Einige Kunden stellen daneben Verbindungen von Produkten zu aktuellen, nachhaltigen Konzepten her und das auf regionaler Ebene. Der Klassiker: Für jede Einlage wird ein Baum gepflanzt. Andere Kunden werben beispielsweise damit, für jede verkaufte Einlage einen Beitrag an den nahegelegenen Imker zu spenden oder über die Kooperation mit einem Wanderverein für spezielle Wandereinlagen. Wer seine Werkstatt transparent macht, kann Nachhaltigkeit ebenfalls betonen. Hier sehen



Für Sislak ist die Website das „digitale Schaufenster“ eines jeden Betriebs.



Unternehmensspezifische Farben, Schrift, Logo und Wording: Wert gelegt wird auf die Einhaltung des Corporate Designs.

die Kund:innen: Viele Hilfsmittel werden vor Ort und nicht in Fernost produziert. Eine offene Werkstatt ist der Idealfall, andernfalls kann die Präsentation von Werkstattutensilien und der Handwerksarbeit, die dahinter steht, durch Auslagen und digital über Monitore erfolgen. „Eine schöne Werkstatt ist für den Endkunden genauso gut wie für den Mitarbeiter“, betont Sislak und erinnert sich dabei an einen parknahen Betrieb mit einer lichtdurchfluteten Werkstatt – „der schönste Raum im ganzen Haus“ – zurück. Ein einfaches, aber probates Mittel, ein Add-on zu platzieren.

Sollte die Filiale aufgehübscht werden? Diese Frage steht im Anschluss an die Entwicklung der Kampagne an. „Die Produkte, die für den meisten Umsatz sorgen, sollten in den Vordergrund gestellt werden“, rät Sislak, macht aber leider oft andere Erfahrungen. In den Betrieben trifft er nicht selten auf ein Sammelsurium an Ausstellungsstücken. Das wichtigste Produkt, das die Firma auszeichnet, fehlt jedoch oder wird nur unzureichend inszeniert. Gemeinsam mit Ladenbauern wird dafür ein Konzept ausgearbeitet. Für Sislak schließt sich hier der Kreis. „Nur wenn die einzelnen Bereiche ineinandergreifen, nehmen die Kunden und die Bewerber die Marke als authentisch wahr. Der Laden muss zur Philosophie des Unternehmens passen, genauso wie die Arbeit in der Werkstatt. Wenn das Team zum Beispiel ungern Reparaturen macht, nützt es nichts, diesen Service anzubieten.“

„Schritt für Schritt“ lautet seine Devise, um Betriebe nicht zu überfordern. Er möchte sie vielmehr dazu anleiten, realistisch mit Kommunikationsmöglichkeiten umzugehen. Für ihn ebenfalls entscheidend: „Stellen Sie das Handwerk stolz und selbstbewusst dar. Das ist etwas Besonderes, das nicht jeder kann. Viele bewundern diese Kompetenzen“, fordert er alle Betriebe dazu auf, sich und ihr Können nicht zu verstecken. Zusätzliche Kundschaft und Bewerber:innen werden es belohnen.

Pia Engelbrecht

Eine Frage der Sicherheit

Walker, Zweischalenorthese oder Total Contact Cast (TCC)? Nach Operationen, Fußteillamputationen und bei diabetischen Füßen gibt es verschiedene Optionen, die Patient:innen zu mobilisieren und zu entlasten. Im Gespräch mit der OT-Redaktion berichtet Kai Strecker, Orthopädieschuhmachermeister und Fachbereichsleiter Orthopädieschuhtechnik beim Göttinger Sanitätshaus o.r.t., von seinen Erfahrungen, stellt die Vor- und Nachteile der Versorgungen gegenüber und erläutert, worauf er bei seiner Arbeit besonders Wert legt.

OT: Konfektionierte Walker gehören bei der Versorgung zum Standard. In welchen Fällen kommen andere, individuelle Alternativen in Frage?

Kai Strecker: Zum Beispiel bei adipösen Patienten, wenn also das Gewicht die zulässige Belastung eines Walkers übersteigt. Oder auch, wenn die Rückfußschale anatomisch nicht zum Unterschenkel passt. Individuelle Anfertigungen kommen auch dann ins Spiel, wenn der Fuß nach einer Operation besonders weich gebettet werden muss, aber das feste Konstrukt einer Orthese benötigt.

OT: Welche weiteren Faktoren spielen bei der Auswahl der Versorgung eine Rolle?

Strecker: Notwendig ist es, vor der Versorgung Rücksprache mit dem Arzt zu halten. Was ist das Therapieziel? Wie muss entlastet und auch mobilisiert werden? Ebenfalls sollte geklärt werden, wie lange das Hilfsmittel genutzt werden soll. Bei nur zweiwöchiger Tragedauer ist es nicht sinnvoll, eine Orthese zu bauen. Diese tragen unsere Patienten im Schnitt drei bis sechs Monate. Ein weiterer entscheidender Faktor ist Zeit. Eine Carbonorthese zu bauen ist deutlich aufwendiger als auf ein konfektionierte Produkt oder TCC zurückzugreifen. Was zählt ist, dass man eine gute Entlastung und Ruhigstellung erreicht. Je besser die Passform, desto besser ist die Versorgung. Und bei konfektionierte Hilfsmitteln sind meisten Abstriche zu machen.



Kommt häufig zum Einsatz: eine Carbonorthese.

Fotos [4]: Sanitätshaus o.r.t.



Für OSM Kai Strecker ist es wichtig, dass eine Orthesenversorgung immer im interdisziplinären Team läuft.

OT: Gibt es Grenzfälle?

Strecker: Wir hatten einen Patienten, der auf der einen Seite obersehenkelamputiert war und auf der anderen Seite nekrotisches Gewebe im Fersenbereich hatte. Ziel war es, den Patienten zu mobilisieren und das nekrotische Gewebe zu entlasten. Er hatte dann eine Oberschenkelprothese und am anderen Bein eine Zweischalenorthese bekommen. Die haben wir so versucht zu fertigen, dass er einen sicheren Stand bekommt und über das vorhandene Bein und die Prothese am Gehwagen wieder ans Laufen kommt. Das war eine große Herausforderung. Letztendlich war der Stiefel aus Carbon für den Patienten aber zu hoch von der Schafthöhe und zu schwer vom Gesamtgewicht. Wir haben deswegen die Höhe etwas reduziert. Nachdem die Compliance anfangs nicht so gut war, ist der Stiefel später dann fast sein Freund geworden (lacht).



Die Erstattung von TCC über die Krankenkasse ist laut Strecker nur bedingt möglich.

OT: Compliance ist ein gutes Stichwort. Unterscheidet sich diese im Vergleich zu den verschiedenen Versorgungsmöglichkeiten?

Strecker: Einen Vollkontaktgips anzulegen ist deutlich aufwendiger. Das macht der Patient in der Regel nicht selbst, sondern der Pflegedienst oder Angehörige. Das Wickeln der Synthetikwatte ist aufwendig und muss exakt passieren, da sonst die Passform nicht gewährleistet werden kann. Da ist die Compliance geringer. Das Anlegen einer Orthese mit Frotteestumpf dagegen ist mit weniger Aufwand verbunden und sie ist pflegeleichter als das Gewebe einer Castbinde. Die Reinigung und Hygiene in ei-

ner Orthese sind vorteilhafter. Wenn man ein Hilfsmittel baut, das gut funktioniert, das der Patient aber nicht trägt, hat man nichts gewonnen. Umso wichtiger ist es, vor dem Bau der Orthese die Angehörigen oder die Pfleger mit im Boot zu haben. Das häusliche Umfeld sollte in der Beratung und Anamnese auch berücksichtigt werden.

OT: Walker, Carbonorthese, TCC: Mit welchem Hilfsmittel versorgen Sie häufiger?

Strecker: Wir versorgen häufig mit Zweischalen-Carbonorthesen. Diese sind im Hilfsmittelverzeichnis klar definiert. TCC finde ich grundsätzlich sehr gut, gerät aber mehr und mehr in den Hintergrund. Die Krankenkassen finanzieren den Cast nicht immer, sehen die Herstellung und das Anlegen eher in den Klinikaufgaben – gleichzusetzen mit dem Anlegen eines Verbandes – inklusive Rückfragen des Medizinischen Dienstes und der Krankenkassen.

OT: Im Gegensatz zu einem konfektionierten Walker ist eine individuell angefertigte Orthese beispielsweise deutlich teurer. Wie lässt sich das gegenüber dem Kostenträger argumentieren?

Strecker: Oft laufen die Versorgungen überraschend gut durch. Wichtig ist es, von Anfang an eine saubere Dokumentation zu machen und die Versorgung gut zu begründen. Das sichert uns als Sanitätshaus und auch den Patienten ab. Und es braucht eine zum Hilfsmittel passende Diagnose. Wenn beispielsweise statt „Vorfußamputation“ lediglich eine allgemein gehaltene Diagnose wie „Diabetes mellitus, Fußfehlform“ angegeben ist, dann kommen garantiert Rückfragen. Grundsätzlich hilft es immer, mit dem Sachbearbeiter der Krankenkasse das Gespräch zu suchen. Und man darf nicht vergessen: Ein konfektioniertes Produkt ist natürlich immer günstiger, man macht aber auch Abstriche in der Versorgung.

OT: Inwiefern?

Strecker: Beispielsweise Patienten mit Neuropathie sind ohnehin unsicher unterwegs, haben keine Wahrnehmung, wie ihr Fuß im Raum steht. Sie brauchen eine Rückmeldung

beim Laufen. Individuell angefertigte Orthesen können den Bedürfnissen der Patienten angepasst werden und so Sicherheit verleihen. Viele Patienten leben allein und die Orthesen dienen der Mobilisierung, dem Transfer zu Ärzten oder Einrichtungen nicht zuletzt beim Stehen im Gehen im häuslichen Umfeld. Letztendlich sollte ein Patient aber – auch, wenn es gut funktioniert – nicht viel mit Walker, Carbonorthese oder TCC laufen. Eine Entlastung mittels Unterarmgehstützen und/oder Rollstuhl ist zu empfehlen.

OT: Welche Bedeutung kommt der Einbindung von Physiotherapie zu?

Strecker: Die ist ein Muss. Nach dem ersten Anziehen des Stiefels denken die meisten: „Jetzt geht gar nichts.“ Sie müssen während des Gehtrainings erst einmal lernen, wie man über die Sohle mit dem Stiefel abrollt – anfangs mit Gehwagen, Rollator oder Unterarmgehstützen. Nach und nach gewinnen die Patienten dann Sicherheit.

OT: Worauf kommt es bei der Versorgung noch an?

Strecker: Für mich ist wichtig, dass eine Orthesenversorgung immer im interdisziplinären Team läuft, man auf Augenhöhe miteinander arbeitet und auf kurzen Dienstwegen Dinge klären kann. Unser Job ist so sinnvoll und wir helfen damit den Patienten. Und das macht mir sehr viel Freude! In den meisten Fällen erhalten wir positive Rückmeldungen von den Patienten. Wenn sie sich gut aufgehoben fühlen, bleiben sie einem auch treu. Dazu gehört es auch, sich in den Patienten hineinversetzen zu können, ihm Leitplanken zu geben, die Versorgung und das Vorgehen genau zu beschreiben und zu erklären, was die Orthese leisten kann.

Die Fragen stellte Pia Engelbrecht.



Anastasia Anastasiadou
lebt den Rocklifestyle.



Fotos [2]: Footopia/Christian Volk

Mit Persönlichkeit zum Ziel – Kundenansprache anders gedacht

Der Kunde ist immer König? Anastasia Anastasiadou, Inhaberin des OST-Betriebs Footopia, sieht das anders und schreckt auch vor weiteren provokanten Positionen nicht zurück. Egal ob Einrichtung, Werbung, Produkte oder Sprache – die Orthopädieschuhmacher-Meisterin hat anfangs bewusst Verwirrung stiften wollen, um ihrem Betrieb in Steinau an der Straße Leben und vor allem Persönlichkeit einzuhauchen. Im Gespräch mit der OT-Redaktion, der sie gleich zu Beginn das Du anbietet, erzählt sie, worauf sie beim Umgang mit ihren Kund:innen Wert legt und warum sie selbst zu sein dafür die Grundvoraussetzung ist.

OT: OT- und OST-Betriebe haben mit einem angestaubten Image zu kämpfen. Woran liegt das deiner Meinung nach?

Anastasia Anastasiadou: Sanitätshäuser haben keine Persönlichkeit. Warum? Weil im Hintergrund meist ein BWLer arbeitet. Und auch die Menschen, die darin arbeiten, haben keine Persönlichkeit. Sie müssen sich mit dem Betrieb identifizieren und sich dafür eine CI (*Corporate Identity, Anm. der Red.*) anziehen, ohne davon überzeugt zu sein. Dabei wird aber vergessen, dass wir mit Individuen arbeiten und unsere Mitarbeiter auch Individuen sind. Das sehe ich aus heutiger Sicht als völlig verstaubt an. Oder auch die Art der Werbung. „Wir bilden Fachkräfte aus. Wir haben tolle Produkte.“ Das sollte für jeden Betrieb selbstverständlich sein, mit solchen Sprüchen werbe ich nicht. Was auch hier fehlt, ist die Persönlichkeit.

OT: Womit wirbst du?

Anastasiadou: Das, womit ich werbe, ist meine Persönlichkeit. Ich bin verrückt. Ich bin der Rockertyp. Ich mag Metal. Bei uns läuft auch den ganzen Tag Metal. Das kaufen mir die Leute ab. Egal ob 78 oder 38. Es kann sein, dass eine Omi reinkommt und sagt: „Die Musik ist aber ein bisschen hart.“ Dann sagt sie aber im selben Atemzug: „Das war bei uns in der Jugend auch so, ein bisschen gediegener, aber nicht anders.“ Das ist das größte Lob für mich. Und genau das ist es, was viele Sanitätshäuser verpassen. Ich habe auf Facebook viele Kollegen, die gerade umbauen. Wenn ich nach sechs Monaten nachschaue, was sich verändert hat, frage ich mich oft: Sind sie noch nicht fertig? Und erfahre dann: Ach so, das ist jetzt ein anderer Kollege. Gleicher Stil, gleiche Möbel, absolut kein Abhebungswert. Alles austauschbar. Was aber nicht austauschbar ist, ist Persönlichkeit.

OT: Hat das auch Einfluss auf deine Mitarbeiterauswahl?

Anastasiadou: Auf jeden Fall. Der schwierigste Punkt in meiner Firmenführung ist es, Persönlichkeiten zu finden. Ich stelle nicht jeden ein. Ich habe 287 Bewerbungen erhalten seit der Eröffnung meines Betriebs im November 2019. Und die meisten fallen durch, weil sie keine Persönlichkeit haben. Das haben sie verlernt. Meine Mitarbeiter haben die Möglichkeit, unsere Footopia-Shirts zu tragen, aber sie müssen es nicht. Sie werden nicht von mir assimiliert. In einem Betrieb, in dem ich früher gearbeitet habe, wurde mir gesagt, dass ich nicht so viel lachen soll. Das komme unprofessionell rüber. Mir, die den ganzen Tag lacht, verbietet man das Lachen und damit, wer ich bin. Ich habe festgestellt: Wenn ich die Mitarbeiter so lasse, wie sie sind, dann können sie sich mit meinem Laden und Konzept am besten identifizieren. Meine Mitarbeiter müssen Mensch sein.

OT: Wie wirkt sich das auf eure Kund:innen aus?

Anastasiadou: Nur mit einem guten Arbeitsklima ist man leistungsstark. Denn: Mitarbeiter repräsentieren ein Unternehmen auch nach außen. Ein Mitarbeiter, der unzufrieden ist, trägt diese Unzufriedenheit an den Kunden weiter. Und: Wenn ein Mitarbeiter nicht so sein kann, wie er ist, und sich verstellen muss, wie kann ich dann als Chef erwarten, dass der Kunde ihm das abnimmt? Wenn ein Kunde pampig ist, dann dürfen meine Mitarbeiter auch pampig antworten. Ich sage ihnen aber auch: Ihr müsst unterscheiden zwischen: Geht es ihm schlecht, weil er gerade vielleicht von einer Beredigung kommt, oder ist er generell pampig.

OT: Klingt, als würde das Sprichwort „Der Kunde ist König“ nicht auf euch zutreffen.

Anastasiadou: Der Kunde ist Mensch bei uns. Es kann nicht sein, dass ein Kunde in einem OST-Betrieb König ist. Ein König entscheidet, was er haben möchte. Und in diesem Fall entscheide ich das als Fachkraft. Und ich entscheide, den Kunden menschlich und fair zu beraten. Wir geben unser Bestmögliches, den Kunden so schnell wie möglich zu bedienen und zufriedenzustellen und das lösungsorientiert und zielgerecht. Aber – und diese Freiheit nehme ich mir heraus – wenn uns jemand von oben herab behandelt, dann schicke ich ihn weg. Das gilt für mich als Chefin und genauso für jeden meiner Mitarbeiter und Azubis.

Die coole Orthopädie

OT: Welches Image wollt ihr repräsentieren?

Anastasiadou: Wir wollten die coole Orthopädie sein. Und das sind wir mittlerweile auch. Wir sind so bekannt geworden, dass wir sagen können: Wir sind der coolste Laden „in town“.

OT: Woran bleiben die Blicke der Passant:innen von außen hängen?

Anastasiadou: Durch die Glasfront kann man direkt reinschauen. An der linken Seite ist eine Wolke, in der für uns wichtige Begriffe stehen – im Mittelpunkt das Wort „wohl-fühlen“. An der rechten Seite steht ein Spruch. Und es gibt Bilder. Eins mit einem Zauberer und ein Bild von mir im Gemüse. Wir arbeiten viel visuell. Aber nicht mit normalen Bildern. Bereits bei der Konzeption habe ich darauf geachtet, dass mein Betrieb nicht mit der typischen Orthopädie-Schuhtechnik in Verbindung gebracht wird. Deswegen auch unser Firmenname Footopia. Mir war es wichtig, erstmal Verwirrung zu stiften, um dieses angestaubte Bild wegzukriegen. Wenn wir merken, dass jemand vor dem Laden stehen bleibt und reinschaut, dann fangen wir gern auch mal an zu tanzen – und draußen wird applaudiert.

OT: Und wie lebt ihr den Lifestyle im Geschäft?

Anastasiadou: Hier läuft den ganzen Tag Metal. Und wir haben viel Spaß, wenn wir schief und laut singen. Unser Maßraum heißt Folterkammer. Und wir rufen die Kunden auf mit „Das nächste Opfer, bitte“. Was uns von anderen stark unterscheidet, ist, dass in unserem Wartebereich keine Werbung und keine Produkte zu finden sind. Unser Wartebereich ist ein Wohnzimmer. Bei uns gibt es immer frisches Obst, Schokolade, Kekse und etwas zu trinken. Wir haben überschwänglich und sehr gemütlich dekoriert.

Manche Kunden legen sich, während sie warten müssen, auf das Sofa und lesen. Es gibt auch Kunden, die kommen einfach nur für ein Tässchen Kaffee oder Tee vorbei und gucken, wie wir arbeiten. Das ist toll. Wir haben erreicht, dass die Kunden keine Berührungsängste mehr haben. Auch deswegen war es mir ein Anliegen, eine offene Werkstatt zu haben, um die Kunden so an unserer Arbeit teilhaben zu lassen.

„Die Kunden bewerten mich als Menschen“

OT: OST und Rock: Wie passt das zusammen? Holt ihr damit einen Jugendlichen genauso ab wie eine alte Dame?

Anastasiadou: Ja, wir haben Kunden aller Altersklassen hier. Aber – und ich denke das liegt an unserem besonderen Umgang mit den Kunden – alles jung gebliebene.

OT: Wie fallen die Rückmeldungen aus?

Anastasiadou: Durchweg positiv. Das sehen wir auch in unserem Gästebuch. Da schreiben sowohl Kinder als auch ältere Menschen rein (*blättert durch die Seiten*). „Dich kennenzulernen, macht mich glücklich“. „Mich hier umzuschauen, erfüllt mich mit Neugier und Staunen“, schreibt hier einer. Und was mich besonders freut: Die Bewertungen richten sich nicht auf die Ware. Die Kunden bewerten mich als Menschen.

Das komplette Interview ist im Fachmagazin ORTHOPÄDIE TECHNIK in der Ausgabe 01/2023 erschienen und über den QR-Code abrufbar.



Anastasia Anastasiadou möchte „Verwirrung stiften“ und auch über ihre Werbebilder nicht mit der „typischen Orthopädie-Schuhtechnik“ in Verbindung gebracht werden.

Diabetischer Fuß

H. Otten, A. Weggen, C. Bogoclu, K. Cremanns,
L. Gierschner, D. Ludmann, T. Tromp, D. Hochlenert

Durch Sensortechnik unterstützte Wundtherapie des Diabetischen Fußsyndroms – Entwicklungen des Projekts „iFoot“

Ziel des Projektes „iFoot“ ist die Entwicklung einer integrierten Systemlösung zur Nutzung von Fußsensoren, die Patienten und Behandlern wichtige Informationen bei der Behandlung eines diabetischen Fußsyndroms (DFS) bereitstellt. Eine in einen entlastenden Verband integrierte Sensoreinheit unterstützt dabei die Kausaltherapie von Wundulcera, wodurch deren Behandlung optimiert wird. Therapiert wird das diabetische Fußulcus standardmäßig durch Entlastungshilfen mit dem Ziel, einen von einem Ulcus betroffenen Fuß potenziell vollständig zu entlasten. Im Forschungsprojekt „iFoot“ wurden Entlastungshilfen mit einem Sensor zur Erfassung der physikalischen Größen Druck, Temperatur und Feuchtigkeit bestückt, wobei insbesondere der Messung des Drucks eine wesentliche Bedeutung für die Wundheilung beigemessen wird. Darüber hinaus kann die Mobilität der damit ausgestatteten Patienten durch Erfassung der Schrittzahl über eine Smartwatch dargestellt werden. Die Smartwatch stellt relevante Kenngrößen für die Betroffenen dar und informiert bei Überschreiten der Grenze des Spitzendrucks mittels eines audiovisuellen Alarms.

Schlüsselwörter: diabetisches Fußsyndrom, DFS, Entlastung, Sensortechnik, E-Health, Monitoring

Abstract aus ORTHOPÄDIE TECHNIK 10/2022, S. 54–58

Diabetischer Fuß

K. Zink, J. Stumpf, T. Haak

Vorstellung der aktuellen Leitlinie der International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF)

Das diabetische Fußsyndrom (DFS) ist eine chronische, nicht heilbare Erkrankung mit einer jährlichen Rezidivrate von 40 % und nach drei Jahren von 65 %. Bei den betroffenen Patienten hat die Neuropathie als Grunderkrankung ein extremes Ausmaß erreicht und zum vollständigen Verlust der protektiven Sensibilität („Loss of Protective Sensation“, LOPS) der Füße geführt. Hinzu kommen motorische Störungen mit muskulären Dys- und Imbalancen, die zu plantaren Druckerhöhungen an der Fußsohle und zu Deformitäten führen. Die Schädigung des Gewebes erfolgt durch immer wieder auf den Fuß einwirkende repetitive Traumata durch diese Druckerhöhungen. Die autonome Polyneuropathie verringert die Schweißsekretion und erhöht dadurch Verletzlichkeit und Brüchigkeit der Hornschicht der Fußsohle. Bei etwa der Hälfte der betroffenen Patienten liegt begleitend eine periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) vor, die die Abheilung der entstandenen Wunden verzögert oder sogar unmöglich macht. Daher muss

diese wie auch ein Charcot-Fuß ebenfalls überwacht und ggf. auch therapiert werden. Diese vielfältigen Probleme zeigen, dass das diabetische Fußsyndrom nur im interdisziplinären Team suffizient zu behandeln ist. Der Artikel stellt geeignete Maßnahmen zur Druckentlastung auf der Grundlage der aktuellen Leitlinie der International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF) vor und konzentriert sich auf überwiegend neuropathische und nicht infizierte Fußwunden.

Schlüsselwörter: diabetisches Fußsyndrom, plantarer Druck, Druckulcus, Druckentlastung, Hilfsmittel

Abstract aus ORTHOPÄDIE TECHNIK 04/2023, S. 44–48

Diabetischer Fuß

U. E. M. Werra, T. T. Trinh, E. Tahtaci, B. Dorweiler

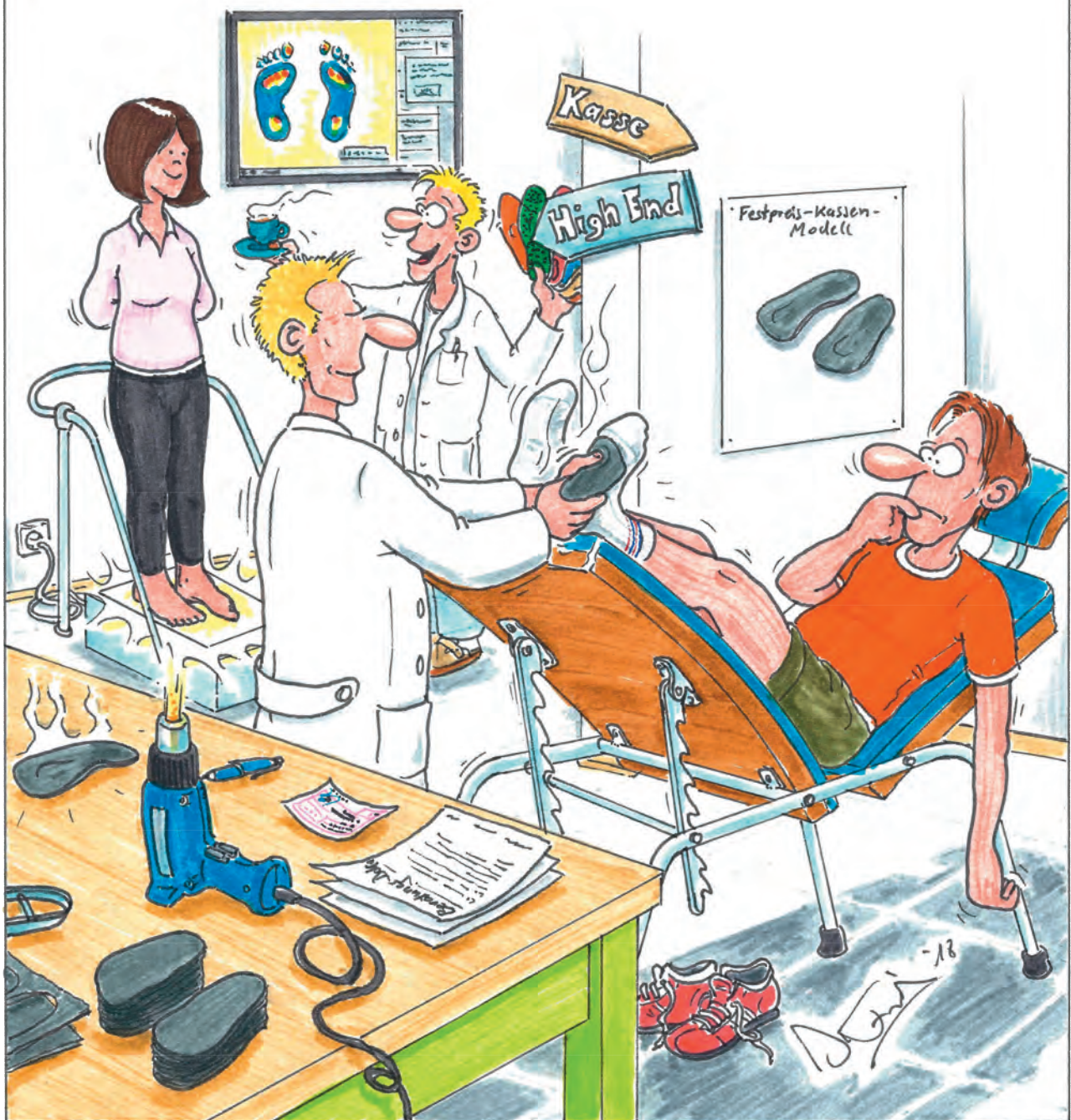
Marine Omega-3-Wundmatrix („Fischhaut“) – neuer Ansatz zur Heilung chronischer Wunden bei diabetischem Fußsyndrom

Die Behandlung des diabetischen Fußsyndroms – insbesondere bei langjährig bestehenden „Hard-to-heal“-Läsionen (Läsionen, die trotz optimierter Standardtherapie nicht zur Abheilung gebracht werden können) oder bei freiliegenden Sehnen und/oder Knochen – stellt immer noch eine große Herausforderung für das Behandlungsteam dar. Neben der Behandlung der Grunderkrankung und einer möglicherweise vorliegenden Durchblutungsstörung oder der orthetischen Behandlung einer Fehlbelastung muss auch die Fehlregulation insbesondere der Entzündungs- und Heilungsprozesse durch die Grunderkrankung selbst beachtet werden, da eine reguläre Wundheilung meist nicht möglich ist. Extrazelluläre Wundmatrices stellen einen neuen Ansatz in der Wundbehandlung dar. Insbesondere sogenannte marine („aus dem Meer stammende“) Matrices zeichnen sich durch einen hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Omega-3-Fettsäuren aus. Diese können zum einen antiinflammatorisch wirken, zum anderen die Wundheilung selbst unterstützen. Im Jahr 2019 startete mit der ODIN-Studie die größte randomisierte Studie zur Behandlung des diabetischen Fußsyndroms. Es handelt sich dabei um eine europäische multinationale (Frankreich, Italien, Deutschland, Schweden) und multizentrische randomisierte Studie. Prospektiv, randomisiert und kontrolliert wird darin die Applikation von Omega-3-Wundmatrices („Kerecis® Omega3 Wound“, Kerecis, Isafjordur, Island) bei diabetischem Fußsyndrom dem aktuellen „standard of care“ in der Wundbehandlung gegenübergestellt. In diesem Artikel werden die Hintergründe der Wirkmechanismen der marinen Wundmatrices dargestellt, ein klinischer Fall präsentiert und die ODIN-Studie vorgestellt. In Deutschland ist die Studie multizentrisch organisiert (Köln, Hamburg, Karlsruhe) mit dem Universitätsklinikum der Universität zu Köln (Klinik für Gefäßchirurgie) als führendem Zentrum.

Schlüsselwörter: marine Omega-3-Wundmatrix, Fischhaut, chronische Wunde, diabetisches Fußsyndrom, moderne Wundtherapie

Abstract aus ORTHOPÄDIE TECHNIK 10/2022, S. 48–53

10-Minuten Festpreiseinlagen to go





JETZT TEIL DER OTWORLD WERDEN!

Zeigen Sie Ihr Potenzial auf der OTWorld – der größten und international führenden Branchenplattform für Hersteller, Händler und Leistungserbringer in der modernen Hilfsmittelversorgung. Orthopädienschuh- und Orthopädietechniker, Sanitätsfachhändler, Reha-Techniker, Ingenieure, Ärzte und Physiotherapeuten – auf der OTWorld trifft sich die Branche!

Das erwartet Sie:

18.800 Besucher aus 86 Ländern

440 internationale Aussteller

300 internationale Referenten

**WELTWEIT
DIE NR.1**



OTWORLD

Internationale Fachmesse und Weltkongress

14. – 17. Mai 2024
Leipziger Messe

Welten verbinden.

www.ot-world.com