

Aus der Medizinischen Universitätsklinik und Poliklinik Tübingen

Abteilung V, Sportmedizin

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. A. Nieß

**Zur Veränderung von Fußform und subjektivem
Tragekomfort durch optimierte Schuhversorgung
von Industriearbeitern und –angestellten**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Andrea Katharina Gerst
aus
Erlangen**

2011

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. T. Horstmann

2. Berichterstatter: Professor Dr. N. Wülker

Widmung:

Ich widme diese Arbeit meinem Vater.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Optimierung von Passform und Schuhgröße	3
1.3	Heilungspotential durch optimiertes Schuhwerk	6
1.4	Quantifizierung der Fußform	7
1.5	Quantifizierung der Fußbeschwerden	8
1.6	Zielsetzung und Fragestellung	9
2	Methodik und Material	11
2.1	Studiendesign	11
2.2	Probandenrekrutierung und Einverständniserklärung	11
2.2.1	Einschlusskriterien	11
2.2.2	Ausschlusskriterien	12
2.3	Untersuchungskollektiv	12
2.3.1	Drop Outs	13
2.4	Untersuchungsablauf	14
2.4.1	Messtag 1	14
2.4.2	Interventionsphase	14
2.4.3	Messtag 2	14
2.5	CRF - Case Report Form	15
2.6	Visuelle Analogskala	15
2.7	Bristol Foot Score	16
2.8	Datenerhebung der Fußmaße	16
2.9	Auswertung der Fußmaße	17
2.9.1	Fußlänge	17
2.9.2	Zehenlänge	18
2.9.3	Ballenlänge	19
2.9.4	Ballenbreite	19
2.9.5	Ballenwinkel	20
2.9.6	Ballenumfang	20

2.9.7	Spannhöhe	21
2.9.8	Fersenbreite	21
2.10	Verfahren zur Schuhanpassung	22
2.11	Tragetagebuch	24
2.12	Statistik	24
2.12.1	Deskriptive Statistik	25
2.12.2	Statistische Auswertung der Fußmaße	25
2.12.3	Statistische Auswertung des Bristol Foot Scores	26
3	Ergebnisse	28
3.1	Untersuchungskollektiv	28
3.1.1	Alter der Probanden	28
3.1.2	Anteil der Sicherheitsschuhträger und Tätigkeitsbereiche	29
3.1.3	Tätigkeitsform	29
3.1.4	Drop Outs	30
3.2	Tragetagebuch	31
3.2.1	Tragedauer der neuen Schuhe	31
3.2.2	Beschwerden mit den neu ausgegebenen Schuhen	32
3.3	Auswertung der Fußmaße	33
3.4	Visuelle Analogskala (VAS)	34
3.4.1	VAS Schuhlänge	34
3.4.2	VAS Schuhweite	36
3.5	Bristol Foot Score (BFS)	38
3.6	Schmerzanalyse	40
4	Diskussion	43
4.1	Untersuchungskollektiv, Drop Outs	43
4.2	Alter, Tätigkeitsbereich, Tätigkeitsform	44
4.3	Auswertung der Fußmaße	44
4.4	Visuelle Analogskala	46
4.5	Bristol Foot Score	48
4.6	Schmerzanalyse	49
4.7	Verfahren zur Schuhanpassung und Schuhversorgung	51

4.8	Schlussfolgerung	55
5	Zusammenfassung.....	58
6	Abbildungsverzeichnis.....	61
7	Tabellenverzeichnis	62
8	Abkürzungsverzeichnis	63
9	Literaturverzeichnis	64
10	Anhang	68
10.1	CRF, Case Report Form Messtag 1	68
10.2	CRF, Case Report Form Messtag 2	73
10.3	Bristol Foot Score	78
10.4	Tragetagebuch	79
11	Danksagung.....	81
12	Lebenslauf	82

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Fußbeschwerden stellen in der Bevölkerung ein weit verbreitetes Problem dar (Garrow et al. 2004, Menz et al. 2005, Hill et al. 2008). Dabei steigt die Prävalenz der Fußprobleme mit zunehmendem Lebensalter: Während sie im Jugendalter bei 14% liegt (Spahn et al. 2004), wächst sie mit zunehmendem Alter bis auf 50 bis 90% (Benvenuti et al. 1995).

Die Ursachen für die Entstehung dieser Beschwerden sind vielfältig; in Frage kommen z.B. angeborene und erworbene Fußfehlbildungen, Insuffizienz des aktiven und passiven Halteapparates des Fußes, Übergewicht, entzündliche, degenerative und neurologische Erkrankungen, sowie traumatische Verletzungen. Auch unzureichendes Schuhwerk hat einen negativen Einfluss auf die Fußgesundheit (Rabl et al. 1994, Rössler et al. 2000, Maier 2001, Niehthard et al. 2003, Menz et al. 2005).

Aus Untersuchungen, die beschuhte mit barfüßigen Populationen verglichen, ist bekannt, dass das Tragen von Schuhwerk einen signifikanten Einfluss auf die Entstehung von Fußproblemen haben kann: die Prävalenz von Fußbeschwerden ist höher, je früher Schuhe getragen wurden (Sachithanandam 1995).

Andere Studien haben gezeigt, dass eine schlechte Fußführung im Schuh, sowie zu enges, zu kurzes und zu hohes Schuhwerk multiple Beschwerden auslösen kann. Ein zu kleiner und vor allem im Vorfußbereich zu enger Schuh ist oft Ursache für Hallux valgus, Hammer- und Krallenzehen und daraus resultierende sehr schmerzhaftes Clavi. Darüber hinaus kann ein schlecht angepasster Schuh durch die Immobilität mit der Zeit zu einer Atrophie der am Fußlängs- und Quergewölbe beteiligten Muskulatur führen, wodurch Fußfehlstellungen entstehen können (Frey 2000, Menz et al. 2005).

Als Folge dieser Deformationen der Füße erfährt das gesamte menschliche Skelett eine Beeinträchtigung der Statik, aus der schließlich Fehlstellungen der Knie, des Beckens und der gesamten Wirbelsäule resultieren können, welche sich dann letztlich als Schmerzen äußern (Garrow et al. 2004, Henkel 2005, 2006).

In der Normalbevölkerung liegt die Prävalenz von Fußbeschwerden, die durch schlecht passendes Schuhwerk verursacht werden, bei Frauen höher als bei Männern. (Frey 2000, Jung et al. 2001, Menz et al. 2005). So berichten Menz et al. (2005), dass im Vergleich zu Männern doppelt so viele Frauen Fußbeschwerden und Fußdeformitäten, wie z.B. Clavi, Schwielen oder Hallux valgus haben. Die Untersucher sehen den Grund darin, dass Frauen eher dazu neigen, engere und kürzere Schuhe zu tragen.

Es zeigt sich weiterhin, dass auch in der Arbeitswelt mangelhaft angepasstes Schuhwerk und dadurch verursachte Fußbeschwerden ein verbreitetes Problem darstellen. In einer australischen Studie berichteten 1993 über 90 % von 321 befragten Industriearbeitern mindestens ein Fußproblem; insgesamt klagten 46% über schmerzende Füße. Sie berichteten über Schwielenbildung und Hühneraugen. Die Befragten waren überwiegend unzufrieden mit ihrem Arbeitsschuhwerk und bemängelten u.a. Schweißneigung, zu starre Sohlen und drückende Stahlkappen (Marr et al. 1993). Eine Studie der RWTH Aachen mit 220 Arbeitern ergab 2002, dass 43% der Befragten Beschwerden beim Tragen von Sicherheitsschuhen haben. Am häufigsten wurden Druckstellen, sowie Schwierigkeiten mit den Schutzkappen beklagt. Weiterhin wurde über Blasen und Schwielen an den Füßen berichtet (Lakemeyer et al. 2001). In einer Untersuchung über die Prävalenz von Erkrankungen am Bewegungsapparat bei Sicherheitsschuhträgern 2003 gaben 47% der Arbeitnehmer Beschwerden mit ihren Schuhen an. Am häufigsten wurden Druckstellen und Probleme mit den Stahlkappen genannt. Weitere Beschwerden waren Hitze in den Schuhen, sowie nicht näher bezeichnete Mängel der Schuhqualität und vorzeitiger Ver-

schleiß des Schuhwerks (Loch 2003). Eine klinische Untersuchung bestätigte 2006 die häufige Verbreitung von unpassendem Schuhwerk und dessen Auswirkung: rund 77% der Beschäftigten klagten über Beschwerden durch ihre Schuhe. Fast 50% gaben Schwielenbildung an Großzehe, etwa 30% an Kleinzehe an (Hofgärtner 2007).

Zahlreiche Arbeitnehmer haben Beschwerden am gesamten Halte- und Bewegungsapparat. So klagte in der Studie von Lakemeyer et al. (2001) jeder vierte Arbeiter über Schmerzen in der Wirbelsäule, sowie an den Knien und den Hüften. In der Untersuchung von Loch (2003) gaben über 60% der Werkstätigen Beschwerden am Bewegungsapparat an. Diese betrafen die Wirbelsäule (45%), die Hüfte (6%), die Knie (18,8%) und die Füße (44%). Hofgärtner (2007) berichtet, dass über 60% der Befragten über Schmerzen im Lendenbereich, über 7 % in der Halswirbel- und über 4 % in Brustwirbelsäule klagten. Weitere Schmerzlokalisationen waren Knie, Hüfte und Knöchel.

Der Einfluss von Schuhwerk auf den gesamten Bewegungsapparat ist aus Sport und Rehabilitation bekannt. So beobachteten z.B. Fauno et al. (1993) eine Reduktion von Rücken-, Bein-, und Fußbeschwerden durch Schuheinlagen bei Sportlern. Franklin et al. (1995) berichteten, dass Rückenschmerzen durch hohe Absätze verstärkt werden können. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Wichtigkeit von pass- und fußgerechtem Schuhwerk zunehmend an Bedeutung.

1.2 Optimierung von Passform und Schuhgröße

Ein Schuh soll den Fuß sowohl in seiner physiologischen Form, als auch in seiner Funktion unterstützen, d.h. die Form des Schuhinnenraums sollte in allen Dimensionen mit dem menschlichen Fuß korrespondieren. Bei der Anpassung der Schuhe ergibt sich die richtige Schuhgröße aus der Fußlänge, der Zehenzugabe und der Fußweite. Die Fußlänge ergibt sich nach den Normen

DIN 66074 und ISO 9407 aus dem größten Abstand zwischen der Kuppe der längsten Zehe und dem Fersenhöcker an einem stehenden, bestrumpften Fuß (Kristen 2004).

Zur quantifizierten Beurteilung der Fußlänge gibt es unterschiedliche Methoden. Neben recht einfachen Messinstrumenten wie beispielsweise dem Mondopoint-System, mit dem zusätzlich die Fußbreite in mm beurteilt werden kann oder dem Brannock-Maß, das in seiner Anwendung mit einer Schiebelehre zu vergleichen ist, gibt es neuerdings zwei- und dreidimensionale Fußscanner, welche die Fußlänge nach dem Scan-Vorgang automatisch ausgeben (z.B. das INFOOT-System oder das Pedus Gerät, Fa. Human Solutions). Obwohl der Ist-Zustand der Fußlänge mit diesen Methoden sehr zuverlässig angegeben wird, können verschiedene Einflussfaktoren die Validität der Messung maßgeblich beeinflussen. So ist die Fußlänge unter anderem abhängig von der vorausgehenden Steh- und Gehbelastung, der Gewichtsbelastung des gemessenen Fußes, sowie von der Tageszeit (Frey 2000, McWorther et al. 2003; Tsung et al. 2003).

Bei der Schuhversorgung muss neben der Fußlänge auch die in Laufrichtung erfolgende Schubbewegung des Fußes berücksichtigt werden, der sich im Verlauf des Abrollvorgangs im Schuh nach vorne schiebt. Eine Zugabe soll im Vorfußbereich genügend Raum vor den gestreckten Zehen schaffen (Rabl et al. 1994, Maier 2001, Henkel 2004, 2006). Wird der Fuß in einem Schuh in seiner Länge beengt, kann dies zu Fehlstellungen, Beeinträchtigungen des physiologischen Gangbildes und Störungen der Gesamtstatik führen (Henkel 2004, 2005, 2006). Die Schuhinnenlänge definiert sich somit durch die Ist-Länge des Fußes zuzüglich einer Zugabe. Die Festlegung der Zugabe unterliegt dabei keiner allgemein akzeptierten Regel, und so gibt es unterschiedliche Empfehlungen darüber. Das verbreitete WMS-System schlägt 6mm Zuschlag für die Fußverlängerung bei Belastung und 6mm Schubraum vor (Kristen 2004), Rossi & Tennant (1984) jeweils eine halbe US-Größe (entspricht 0,5 inch = 4,23 mm) für den

Schubraum und den Dimensionsverlust der ursprünglichen Größe (z.B. Schrumpfen durch Wasser). Die genannten Zugaben sind unabhängig von der Fußform oder Fußweite. Die Fußform kann jedoch auch einen Einfluss auf den benötigten Schubraum haben. So benötigen weiche Füße mehr Bedarf an Schubraum, als rigide bzw. kräftige Füße (Kristen 2004).

Darüber hinaus muss der Fuß gleichzeitig in der Weite geführt werden. Die Fußweite ist das Umfangmaß im Ballen- und Vorspannbereich des Fußes. Die korrespondierende Schuhweite bestimmt den Sitz des Schuhs; sie soll dem Fuß einen festen Halt verleihen und ein Verrutschen im Schuh verhindern. Ein zu weiter Schuh lässt den Fuß aufspreizen und die Zehen anstoßen, was zu Fehlbildungen des Fußgewölbes, Hornschwielen, Hühneraugen und Zehenfehlstellungen führen kann (Maier 2001, Henkel 2004, 2005, 2006). Für die Beurteilung der Weite gibt es ebenfalls kein allgemeingültiges Maß. Überwiegend werden (Einfach- oder Doppel-) Buchstaben verwendet, deren Zuordnung neben der Fußweite auch von der Fußlänge abhängt. Der gleiche Kennbuchstabe entspricht daher bei unterschiedlichen Schuhlängen unterschiedlichen Weitemaßen. Die Kennbuchstaben sind tabelliert, wobei je nach Land und Geschlecht verschiedene Tabellen verwendet werden.

Ausgehend von dem breiten Angebot an Messverfahren zur Bestimmung der Schuhgröße postuliert Henkel (2005) in seiner Patentschrift ein neuartiges Verfahren zur Bestimmung der optimalen Schuhlänge. Danach ergibt sich die Fußlänge aus der Länge der Elle, deren Länge vom Scheitelpunkt des Knöchels der Elle am Handgelenk bis zum Ellenbogen bei rechtwinklig zum Oberarm angewinkeltem Unterarm gemessen wird. Die Schuhlänge soll dem Patentinhaber zufolge der Ellenlänge unter Berücksichtigung einer ergänzenden Zugabe von vorzugsweise 4-6% der Fußlänge entsprechen. Mit diesem Verfahren könnte nach Henkel die richtige Fußlänge und damit die dem menschlichen Skelettsystem angemessene Schuhgröße einer bestimmten Person jederzeit - auch bei bereits eingetretener Deformation der Füße - ermittelt werden, da die gemesse-

ne Elle stets die korrekte, d.h. vor Eintritt irgendwelcher Deformationen anzunehmende Fußlänge ergibt. Der Behauptung von Henkel stehen allerdings Veröffentlichungen aus Antike und Neuzeit gegenüber, nach denen der menschliche Fuß kürzer als die Elle ist (Witthöft 1998, Jürgens 1998). Neben einer ausreichenden Länge im Vorfußbereich betont Henkel (2006) in seiner „Biographie des Fußes“ nochmals die Berücksichtigung unterschiedlicher Fußweiten als Voraussetzung für einen passenden Schuh. Er empfiehlt dort weiter, dass ein schmaler Fuß mehr Schubraum benötigt, als ein breiterer Fuß mit gleicher Länge. Bei unterschiedlicher Fußweite soll der Fuß aus den erwähnten Gründen auf den schmäleren Fuß angepasst werden

1.3 Heilungspotential durch optimiertes Schuhwerk

Bereits in der Vergangenheit wurde der Einfluss von fuß- und passgerechtem Schuhwerk auf bestehende Beschwerden beschrieben. So wurde schon in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts an einer kleinen Anzahl von Probanden festgestellt, dass sich beim Tragen von damals „normalem“ Schuhwerk vorhandene Fußdeformitäten verstärkten, während sich Fehlstellungen beim Tragen von geräumigeren Schuhwerks über einen Zeitraum von einem bis zu drei Jahren und acht Monaten tendenziell zurückbilden können (Knowels 1953, Burry 1957). Diese Berichte wurden 1962 durch eine ähnliche Studie an einer größeren Probandenzahl bestätigt, nach der sich die Hallux valgus- Deformitäten nach zwei bis dreieinhalb Jahren zurückgebildet hatten, sofern passendes Schuhwerk getragen wurde (Barnett 1962). Eine 2008 veröffentlichte australische Studie zeigte, dass bei Erwachsenen mit rheumatoider Arthritis und bei Jugendlichen mit arthritischen Beschwerden, maßgeschneiderte Schuheinlagen innerhalb von 3 Monaten eine deutliche Verbesserung der Fußbeschwerden bringen. Fußdeformitäten, wie zum Beispiel Hammerzehe konnten nach 6 Monaten effektiv behandelt werden (Hawke et al. 2008). So wird angenommen, dass sich ein durch langjährige Fehlversorgung veränderter Fuß bei korrekter Schuhversorgung wieder erholen kann (Henkel 2005, 2006).

Es stellt sich jedoch die Frage, ob sich die Fußform durch passendes Schuhwerk tatsächlich verändert, oder ob nur eine subjektive Verbesserung wahrgenommen wird. Eine spanische Studie untersuchte diesbezüglich die Beziehung zwischen dem objektiven Tragekomfort des Schuhwerks und dem subjektiven Empfinden der Probanden. Die Ergebnisse zeigten Unstimmigkeiten zwischen den beiden Messgrößen und bestätigten die Berechtigung subjektiver Tests zur Ergänzung objektiver Messungen (Gonzalez et al. 2001).

1.4 Quantifizierung der Fußform

Zur objektiven Betrachtung der Fußform und ihrer Veränderung, ist eine möglichst umfassende Betrachtung all ihrer Dimensionen von Bedeutung. Folgende Fußmaße beschreiben die Fußform am besten: die Fußlänge, die Zehenlänge, die Ballenlänge, die Ballenbreite, der Ballenwinkel und der Ballenumfang zur Darstellung des Vorfußes; die Spannhöhe zur Vermessung des Mittelfußes, und die Fersenbreite zur Beschreibung des Rückfußes (Stracker 1966, Henkel 2006, Hofgärtner 2007, Mauch 2007). Bei der Anpassung von pass- und fußgerechten Schuhwerk spielen besonders die Fuß- und Zehenlänge zur Bestimmung der Schuhlänge und zur Festlegung der Zugabe, sowie die Ballenbreite für die Schuhweite die wesentliche Rolle.

Wie bereits beschrieben, erfolgt die Erfassung der Fußform heutzutage vielerorts nicht mehr mit Maßband und Schieblehre, sondern mit dreidimensionalen Fußscannern. Diese sind neben den ökonomischen Vorzügen (pro Aufnahme werden nur ca. 10 Sekunden benötigt), auch in Hinblick auf die Messgenauigkeit (bei perfekten Lichtbedingungen besitzt das Gerät eine Genauigkeit von deutlich unter 2mm) bisherigen Messverfahren, wie z.B. den 2D oder 2½ D-Geräten vorzuziehen (Krauß 2006).

1.5 Quantifizierung der Fußbeschwerden

Zur Quantifizierung subjektiver Befindlichkeiten hat die visuelle Analogskala (VAS) in der Vergangenheit vor allem in der Schmerzforschung, aber auch bei der Messung von depressiven Symptomen und obstruktiven Atemwegserkrankungen weite Verbreitung gefunden (Aitken 1969, Joyce et al. 1975, Giff 1989, Ferraz et al. 1990, Tiblady et al. 1998). In der Literatur werden sowohl Vor- als auch Nachteile bei der Anwendung der VAS beschrieben. Als Vorteile werden v.a. der hohe Auflösungsgrad und die damit verbundene Möglichkeit feiner Urteilsabstufungen angeführt; bei Wiederholungsmessungen können bereits kleine Veränderungen festgestellt werden (Giff 1989, Flynn et al. 2004). Statistisch signifikante Unterschiede in Verteilungen sind gut bestimmbar (Aitken 1969, Ferraz et al. 1990). Auch die Reliabilität, Validität und Sensitivität von Messungen mit der visuellen Analogskala sind in mehreren Studien bestätigt worden. (Aitken 1969, Joyce et al. 1975, Giff 1989, Ferraz et al. 1990, Giff, Tiblady et al. 1998, Reips et al. 2008). Als Nachteil visueller Analogskalen - die nur in schriftlichen Befragungen, nicht in mündlichen Interviews einsetzbar sind - sei erwähnt, dass Patienten verschiedentlich Schwierigkeit haben, ihr subjektives Empfinden auf einer Skala auszudrücken. Weiterhin ist eine nachträgliche Streckenmessung erforderlich, was die Erhebungen bei großen Kollektiven erschwert (Joyce et al. 1975, Reips et al. 2008).

Zur Quantifizierung der subjektiv empfundenen Gesundheitsbeeinträchtigung durch Fußbeschwerden wurde von Barnett et al. (2005) der Bristol Foot Score-Fragebogen entwickelt. Die Autoren verwendeten diesen zur Befragung zweier Probandengruppen im Alter von 20 bis 89 Jahren. Eine Gruppe hatte im Beobachtungszeitraum eine konservative, die zweite eine operative Behandlung ihrer Fußbeschwerden erfahren. Letztere zeigte im Vergleich zur ersten Gruppe eine signifikante Verbesserung der Beschwerden nach den operativen Eingriffen. Der Fragebogen lieferte bei starken Beschwerden eine gute Reliabilität, Validität und erlaubt die Darstellung statistisch signifikanter Unterschiede. Außer-

dem ermöglicht er eine rasche Erhebung bei der Befragung (Barnett et al. 2005).

1.6 Zielsetzung und Fragestellung

Die zuvor beschriebene Datenlage verdeutlicht, dass Schuhe einen Einfluss auf Fußgesundheit und Bewegungsapparat nehmen können. Zum einen konnte nachgewiesen werden, dass schlechtes Schuhwerk zu Beschwerden führen kann. Zum anderen wurde berichtet, dass eine optimierte Schuhversorgung Beschwerden reduzieren kann. Ungeklärt ist bisher, ob Rückbildungen auch schon nach kürzerer Zeit auftreten können und ob es sich bei etwaigen Effekten um morphologisch nachweisbare Veränderungen der Fußform handelt oder um subjektive Veränderungen von Passform und Beschwerden. In der vorliegenden Arbeit soll daher folgenden Fragestellungen nachgegangen werden:

Primäre Fragestellung:

- H_0 : Eine optimierte Schuhversorgung über einen Zeitraum von 1-3 Monaten führt zu keiner morphologisch nachweisbaren Veränderung der Fußform.
- H_1 : Eine optimierte Schuhversorgung über einen Zeitraum von 1-3 Monaten führt zu einer morphologisch nachweisbaren Veränderung der Fußform.

Sekundäre Fragestellung:

- Verbessert sich die subjektiv empfundene Passform von Arbeits- und Freizeitschuhen durch eine in Länge und Weite angepasste Schuhversorgung?
- Verbessert sich der Gesundheitszustand der Füße durch angepasstes Schuhwerk?

- Können bestehende Schmerzen am Bewegungsapparat über einen Zeitraum von 1-3 Monaten durch angepasstes Schuhwerk vermindert werden?

2 Methodik und Material

2.1 Studiendesign

Zur Beantwortung der oben genannten Fragen wurde eine randomisierte Kontrollgruppenstudie im Test-Retest-Design durchgeführt.

2.2 Probandenrekrutierung und Einverständniserklärung

Die Probandenrekrutierung erfolgte bei der Fa. Fagus (Alfeld, Leistenproduktion). Neben Kooperationspartnern der Fa. Fagus wurden sowohl Angestellte der Verwaltung als auch Arbeiter aus der Produktion angesprochen.

Die Teilnahme an der Studie erfolgte freiwillig. Den nicht teilnehmenden Probanden entstanden keinerlei Nachteile von Seiten des Arbeitgebers. Mitarbeiter, die Interesse an der Untersuchung hatten, wurden bereits im Vorfeld mündlich und schriftlich über die Studieninhalte informiert und zu Messtag 1 (M1) einbestellt. Die schriftliche Einverständniserklärung erfolgte am Tag der ersten Messung. Für alle Untersuchungsabschnitte der Studie lag von der Ethikkommission des Universitätsklinikums Tübingen ein positives Ethikvotum vor.

2.2.1 Einschlusskriterien

- Männliche Probanden zwischen 18 und 55 Jahren
- 50 % - 100 % Beschäftigungsgrad
- Arbeiter (Sicherheitsschuhe) und Angestellte (Freizeitschuhe) der Fa. Fagus
- Freiwilligkeit der Teilnahme

2.2.2 Ausschlusskriterien

- Veränderung der Arbeitssituation in der Zeit zwischen den Messtagen
- Fehlende Compliance an den Messtagen und während der Interventionsphase, d.h.:
 - mangelnde Mitarbeit bei Beantwortung der Fragebögen und beim Scannen
 - Tragedauer der angepassten Schuhe < 4 Wochen, bzw. kein Tragen der Schuhe während der Interventionszeit
- Schlechte Scanqualität durch:
 - Stör-/ Streulicht durch äußere Lichtquellen, wodurch es zum Verlust von Messpunkten kommen kann
 - starke Fußtranspiration, die eine exakte Messpunktsetzung bei der manuellen Messung verhindert
 - Beschlagen der Glasplatte, auf welcher der Proband bei der Messung steht (z.B. durch zu kalte Umgebungstemperatur)
 - fehlende Editierlinien bei der manuellen Auswertung, sodass kein Seitenvergleich möglich ist
 - fehlerhafte Fußposition im Scanner, d.h. Ferse nicht am Fersenanschlagspunkt mit daraus resultierender falscher Fußlänge
 - Nicht planer Stand mit angezogenen Zehen, welcher zu falschen Messergebnissen führen würde
 - Bewegungen während der Messung, die zu einer nicht brauchbaren Reproduktion des Fußes und zu einer Verfälschung der eigentlichen Fußform führen können

2.3 Untersuchungskollektiv

Insgesamt wurden 100 männliche Industriearbeiter aus unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen im Alter von 18 bis 55 Jahren zu der Studie eingeladen. Zum ersten Messtag (M1) erschienen 88 Probanden, die nach den Messungen durch

Randomisierung in zwei gleich große Gruppen eingeteilt wurden, einer Interventions- und einer Kontrollgruppe (I-Gruppe und KO-Gruppe).

Am zweiten Messtag (M2) nahmen noch 54 der 88 Probanden teil, wovon 24 der I-Gruppe und 30 der KO-Gruppe angehörten (siehe Abbildung 1).

Diese 54 Probanden wurden in die Auswertungen eingeschlossen und beurteilt.

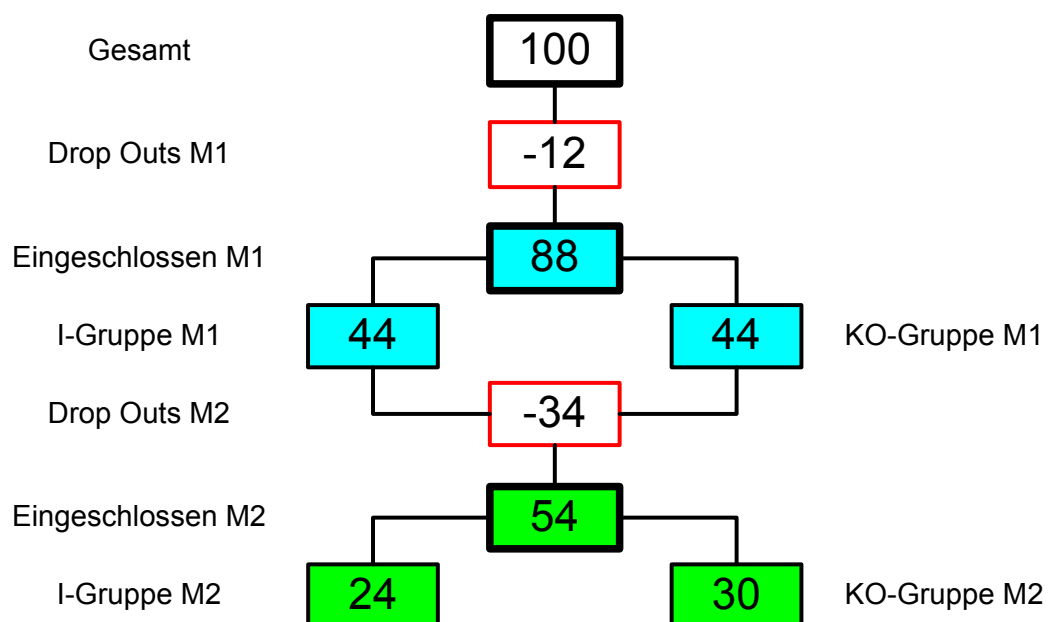
Die anderen Probanden wurden als Drop Outs (DO) registriert (siehe 2.3.1).

2.3.1 Drop Outs

Folgende Kriterien führten zum Ausschluss aus der Studie:

- Abwesenheit an einem der Messtage
- Fehlende Compliance (z.B. Tragedauer der Schuhe < 4 Wochen)
- Altersabweichung
- Weibliches Geschlecht
- Schlechte Scanqualität

Abbildung 1: Übersicht über die Gesamtstichprobe



2.4 Untersuchungsablauf

2.4.1 Messtag 1

Nach Überprüfung der Ein- und Ausschlusskriterien wurden die Probanden erneut schriftlich und mündlich über die Studieninhalte informiert und erhielten Gelegenheit, Fragen zu stellen. Bei erfolgter Einwilligung wurden persönliche und anthropometrische Daten mit Hilfe eines Fragebogens (Case Report Form, siehe 2.5), sowie der subjektive Tragekomfort der Schuhe und der Gesundheitszustand der Füße erfasst (siehe 2.6 und 2.7). Nach Erhebung dieser Daten wurden die Füße mit einem dreidimensionalen Scanner vermessen (siehe 2.8). Am Ende des Messtages wurden die Probanden der I-Gruppe bzw. KO-Gruppe zugelost.

2.4.2 Interventionsphase

Für die darauf folgende Interventionsphase, die mit der Ausgabe der neuen Schuhe für die I- Gruppe begann, war eine Dauer von 1- 3 Monaten angesetzt. Für diese Zeit erhielten die Probanden nach der Schuhanpassung (siehe 2.10) von den Schuhfirmen Bata GmbH und Ecco Schuhe GmbH individuell angepasste Arbeits- bzw. Freizeitschuhe. Dokumentation von Besonderheiten und Tragehäufigkeit erfolgten während dieser Zeit in einem Tragetagebuch (siehe 2.11).

2.4.3 Messtag 2

Nach der Interventionsphase wurde an einem zweiten Messtag für jeden Probanden ein gekürzter CRF Befund erhoben. Zusätzlich wurde erneut der subjektive Tragekomfort und der Gesundheitszustand der Füße erfragt und die Füße gescannt. Am Ende wurden die Tagebücher eingesammelt.

2.5 CRF - Case Report Form

In einem für die Studie entworfenen Fragebogen (siehe 10.1 und 10.2) wurden an beiden Messtagen Angaben über persönliche und anthropometrische Daten aufgenommen. Hieraus wurden folgende Punkte zur näheren Charakteristik der Probandenpopulation dargestellt und ausgewertet (siehe 3):

- Persönliche Anamnese:
 - Alter: Angabe in Jahren, Unterteilung in verschiedene Altersgruppen
- Arbeitsplatzbefund:
 - Anteil der Sicherheitsschuhträger in den Tätigkeitsbereichen: Unterteilung des Tätigkeitsfeldes in Vertrieb, Modellierung, Versand, Administration und Herstellung.
 - Tätigkeitsformen: Unterscheidung zwischen gehender, stehender und sitzender Tätigkeit
- klinische Anamnese:
 - Schmerzanalyse: Darstellung der primären, d.h. am stärksten empfundenen Beschwerden an Rücken (Halswirbel-, Brustwirbel- und Lendenwirbelsäule), Schulter, Ellbogen- und Handgelenk, sowie am Hüft-, Knie- und Fußgelenk.

2.6 Visuelle Analogskala

Der CRF enthielt zusätzlich eine visuelle Analogskala (VAS), mit der die Teilnehmer auf einer 10 cm langen horizontalen Linie die Passform ihrer Arbeits- bzw. Freizeitschuhe in Länge bzw. Weite subjektiv einschätzen sollten. Der Anfang der Linie (-5 cm) beurteilt die Schuhlänge als zu kurz, bzw. die Schuhweite als zu eng, während das Ende der Linie (+5 cm) die Schuhlänge als zu lang, bzw. die Schuhweite als zu weit bewertet. Der Wert 0 (Skalenmitte) entspricht der optimalen Passform der Schuhe. Bei der Auswertung wurde eine relative Veränderung über x Skalenteile hin zur Mittellage (Skalenmitte) als Verbesse-

rung, eine Veränderung in entgegen gesetzter Richtung als Verschlechterung interpretiert. Der Befund wurde an M1 und M2 erhoben.

2.7 Bristol Foot Score

Der ursprünglich englische Fragebogen wurde für diese Studie ins Deutsche übersetzt. Der Fragebogen enthält 15 Fragen über:

- Bewegungsfähigkeit der Füße
- auftretende Schmerzen und Probleme durch das Schuhwerk
- Tragekomfort der Schuhe
- Gesundheitszustand der Füße
- Selbstwahrnehmung

Innerhalb der Fragen gibt es je nach Frage 3 bis 6 Antwortmöglichkeiten. Es wird ein Punktescore von 1 als beste Punktezahl bis – je nach Frage - 3, 4, 5, bzw. 6 als schlechteste Punktezahl vergeben. Insgesamt können Punkte von 15 als bestes bis 73 als schlechtestes Ergebnis erreicht werden. Bei Fragen, die mit „betrifft mich nicht“ beantwortet wurden, wurde für die betroffene Person der Mittelwert aus allen Antworten zu dieser Frage eingesetzt. Der Befund wurde an M1 und M2 erhoben (siehe 10.3).

2.8 Datenerhebung der Fußmaße

Die Vermessung der Füße erfolgte mit dem dreidimensionalen Scanner Pedus der Fa. Human Solutions GmbH. Zur Reduzierung von Messartefakten und aus hygienischen Gründen trugen die Probanden bei der Messung dünne Einmal-Nylonsocken. Die Füße wurden in immer gleicher Reihenfolge (links- rechts) vermessen, wobei der zu scannende Fuß auf der Glasplatte des Messgeräts, der andere auf einer gleich hohen Holzbank direkt daneben stand. Die Körperhaltung war aufrecht, Blickrichtung geradeaus und beide Füße gleichmäßig be-

lastet. Äußere Lichtquellen wurden durch ein lichtundurchlässiges Tuch, mit dem der Scanner während der Messung abgedeckt wurde, abgeschirmt. Um mögliche zirkadiane Veränderungen der Fußmaße zu vermeiden, wurde darauf geachtet, die Probanden an beiden Messtagen möglichst zu gleichen Tageszeiten zu vermessen.

2.9 Auswertung der Fußmaße

Für die Auswertung wurde die Software „Scan Worx“ der Fa. Human Solutions GmbH verwendet. Dieses Programm ermöglicht es, beliebige Messpunkte, Ebenen und Schnittebenen in die vom Scanner erstellte dreidimensionale Abbildung des Fußes einzulegen und ihn aus allen Perspektiven zu betrachten. Die Auswertung wurde immer von der gleichen Person durchgeführt, um Messfehler durch interindividuelle Messvariabilitäten zu vermeiden. Zunächst wurde das eingelesene Scan-Bild visuell betrachtet. Ungenaue Scan-Ergebnisse wurden bei Bedarf wiederholt. Bei der Auswertung wurden verschiedene anatomische Strukturen mit Hilfe einer standardisierten Auswertungsanweisung manuell markiert und vom Programm berechnet. Anschließend wurden die Daten mit einem Statistikprogramm (JMP 4,0) zusammen mit Probandenkenndaten und klinischen Daten weiterverarbeitet. Fußmaße, die nach der Plausibilitätskontrolle deutliche Seitendifferenzen aufwiesen, wurden erneut ausgewertet und gegebenenfalls ersetzt.

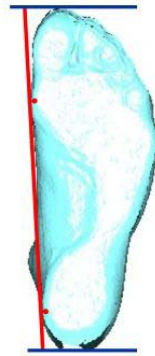
Folgende Maße wurden ausgewertet:

2.9.1 Fußlänge

Die Fußlänge errechnet sich aus der Strecke zwischen der Fersenanschlagskante und einer zu dieser parallelen Tangente zum weitesten entfernten Punkt des Fußes entlang der Fußmesslinie. Die Fußmesslinie zeigt sich durch eine mediale Tangente am Fuß, die durch den Großzehenballen und die breiteste

mediale Stelle der Ferse definiert ist.

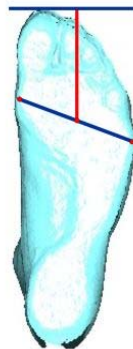
Abbildung 2: Bestimmung der Fußlänge



2.9.2 Zehenlänge

Die Zehenlänge zeigt die Länge von der Mitte der Ballenbreite (siehe 2.9.4) bis zum längsten Punkt des Fußes.

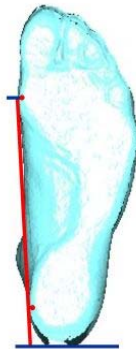
Abbildung 3: Bestimmung der Zehenlänge



2.9.3 Ballenlänge

Die Ballenlänge ist das Maß von der hinteren Anschlagkante des Fußes bis zum prominentesten Punkt des Großzehenballens medial.

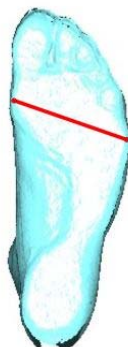
Abbildung 4: Bestimmung der Ballenlänge



2.9.4 Ballenbreite

Die Ballenbreite ist durch die Verbindung der Editierpunkte auf Höhe des distalen Metatarsalköpfchens 1 bzw.5 definiert.

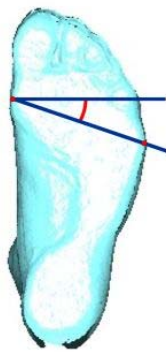
Abbildung 5: Bestimmung der Ballenbreite



2.9.5 Ballenwinkel

Der Ballenwinkel ist der Winkel zwischen einer Orthogonalen zur Fußmesslinie durch den äußersten medialen Großzehenballenpunkt und einer Geraden zwischen diesem Punkt und dem äußersten lateralen Kleinzehenballenpunkt.

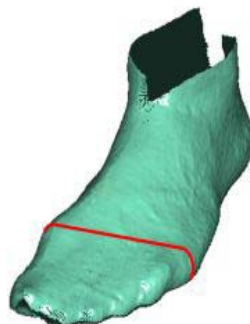
Abbildung 6: Bestimmung des Ballenwinkels



2.9.6 Ballenumfang

Der Ballenumfang entspricht dem Umfang des Fußes durch die Editierpunkte auf Höhe des distalen Metatarsalköpchens 1 bzw. 5.

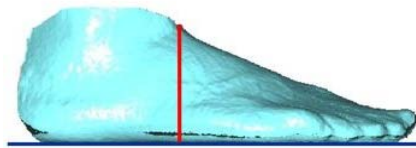
Abbildung 7: Bestimmung des Ballenumfangs



2.9.7 Spannhöhe

Die Spannhöhe beschreibt die Höhe von der Fußsohle bis zum Kreuzungspunkt zwischen dem Fußrücken und dem Unterschenkel

Abbildung 8: Bestimmung der Spannhöhe



2.9.8 Fersenbreite

Die Fersenbreite ist die Verbindungslinie zwischen der breitesten Stelle medial im Fersenbereich und der lateralen Fußbegrenzung. Sie verläuft parallel zur Ballenbreite.

Abbildung 9: Bestimmung der Fersenbreite



2.10 Verfahren zur Schuhanpassung

Ein gut angepasster Schuh muss den Fußdimensionen hinsichtlich Länge und Weite entsprechen und über einen ausreichenden Schubraum für das Abrollen des Fußes verfügen. In der vorliegenden Studie wurde die Fußlänge mittels 3D-Scanner ermittelt. Bei unterschiedlichen Fußlängen wurde der jeweils längere Fuß berücksichtigt, bei unterschiedlichen Weiten diente die schmalere als Bezugsgröße. Als Grundlage für die Weitenauswahl wurde das technische Ballenumfangmaß von Henkel¹ zugrunde gelegt.

In Abhängigkeit von der ermittelten Fußlänge und -weite wurde die jeweils erforderliche Schuhweite (A bis H) einer Maßtabelle der Fa. Fagus entnommen. Für die schmalen Weiten A bis E wurde eine Längenzugabe von 16-17 mm, für die Weitengruppe F bis G (mittlere Weiten) eine Zugabe von 15 mm und für die Weite H und größer (breite Weiten) eine Längenzugabe von 13 mm festgelegt (siehe Tabelle 1). Bei zusätzlichen Fußdeformitäten, wie zum Beispiel Hallux valgus oder Krallenzehe wurde eine Sonderzugabe von 5 mm berücksichtigt.

Tabelle 1: Zugabenregelung in Abhängigkeit der Fußweite

Fußmessung	Links								Rechts							
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H
Weitengruppen	S				M		B		S				M		B	
Zugabe (mm)	16-17				15		13		16-17				15		13	

In der vorliegenden Studie wurde der Ermittlung der Fußlänge mittels 3D-Scanner gegenüber der Messung der Ellenlänge nach Henkel (2005) der Vor-

¹ Ballenumfang etwas proximal vom prominentesten Ballenpunkt orthogonal nach lateral verlaufend.

zug gegeben, da dem Verfahren von Henkel zwar eine Patentschrift zugrunde liegt, der empirische Nachweis für die Validität des Verfahrens jedoch aussteht. Das gewählte Verfahren zur Ermittlung der Schuhgröße folgt dem Henkelschen Ansatz, Schuhe bei unterschiedlicher Fußlänge auf den längeren Fuß, sowie bei unterschiedlicher Weite auf den schmälere Fuß anzupassen. Auch die von Henkel postulierte Abhängigkeit der Längenzugabe von der Fußweite wurde berücksichtigt. Das hier gewählte Verfahren führt in der Regel zu größeren Längenzugaben als andere gängige Methoden, und wurde gewählt, um deformierten Füßen ausreichend Rückbildungsraum zu geben.

Nach Erhebung der Daten wurde von den Teilnehmern beider Gruppen die aktuelle Schuhgröße der bis dahin am häufigsten getragenen Schuhe aufgenommen². Anschließend erhielten die Probanden der I-Gruppe – abhängig von den Anforderungen des jeweiligen Arbeitsplatzes - die angepassten Arbeits- oder Freizeitschuhe³, die sie während der Interventionsphase tragen sollten.

Tabelle 2: Ergebnis der Schuhanpassung

	Häufigkeit					
	Gesamt (n=54)		I-Gruppe (n=24)		KO-Gruppe (n=30)	
Schuhgröße (mm)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Ist-Länge=Soll-Länge	17	(31,5)	7	(29,2)	10	(33,3)
Ist-Länge<Soll-Länge	33	(61,1)	15	(62,5)	18	(60,0)
Ist-Länge>Soll-Länge	4	(7,4)	2	(8,3)	2	(6,7)

Anhand der gewählten Methode der Schuhanpassung trugen 29,2% der Probanden der I-Gruppe und 33,3% der Probanden der KO-Gruppe bereits vorher

² Die Länge der bisher getragenen Schuhe wird im weiteren Verlauf als „Ist-Länge“ bezeichnet.

³ Die Länge der neu angepassten Schuhe ist nachfolgend die „Soll-Länge“.

passende Schuhe (Ist-Länge = Soll-Länge). Die Mehrzahl der Probanden (I-Gruppe 62,5% und KO- Gruppe 60%) hatte indes kleinere Schuhe als erforderlich getragen (Ist-Länge < Soll-Länge, siehe Tabelle 2).

Nach der Schuhanpassung erhielten 75% der Probanden der I-Gruppe Arbeits- bzw. Sicherheitsschuhe der Fa. Bata GmbH und 25% der Probanden Freizeitschuhe der Fa. Ecco Schuhe GmbH.

2.11 Tragetagebuch

Die Probanden beider Gruppen erhielten nach dem ersten Messtag ein Tragetagebuch (siehe 10.4), in dem sie während der Interventionsphase wöchentlich anhand einer visuellen Analogskala (VAS) die subjektiven Befindlichkeiten protokollieren sollten.

Anhand des Tagebuches wurden dann folgende Punkte ausgewertet und dargestellt:

- Tragedauer der Schuhe: Angabe in Wochen
- Beschwerden mit den neu ausgegebenen Schuhen: Angaben über Passform (Schuhlänge bzw. -weite) und Tragekomfort (Druckstellen, Stahlkappen, Hitze und Qualitätsmängel).

An M2 wurden die Tagebücher wieder eingesammelt.

2.12 Statistik

Die statistische Auswertung aller erhobenen Untersuchungsdaten erfolgte mit dem Statistikprogramm JMP 4.0. Zur Vermeidung von Eingabefehlern wurden alle Daten zweimal eingegeben und anschließend abgeglichen.

2.12.1 Deskriptive Statistik

Die wesentlichen angewandten statistischen Methoden wurden der deskriptiven Statistik entnommen. Die Ergebnisse wurden sowohl tabellarisch mit Häufigkeit und Prozentanteil der Gesamtheit, Interventions- und Kontrollgruppe oder graphisch in Form von Balkendiagrammen dargestellt. Folgende Parameter wurden deskriptiv ausgewertet:

- CRF, case report form
 - Alter
 - Anteil der Sicherheitsschuhträger in den Tätigkeitsbereichen
 - Tätigkeitsformen
- Tragetagebuch
 - Tragedauer der neuen Schuhe
 - Beschwerden mit den neu ausgegebenen Schuhen
- Visuelle Analogskala
- Schmerzanalyse

2.12.2 Statistische Auswertung der Fußmaße

Zur Testung der Differenzen der Fußmaße beider Gruppen an den Messzeitpunkten wurde bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ eine zweifaktorielle Varianzanalyse durchgeführt. Die Differenzen der Fußmaße innerhalb der einzelnen Gruppen wurden bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ einem abhängigen Student's t-Test unterworfen.

Folgende Fußmaße wurden manuell ausgewertet und tabellarisch dargestellt:

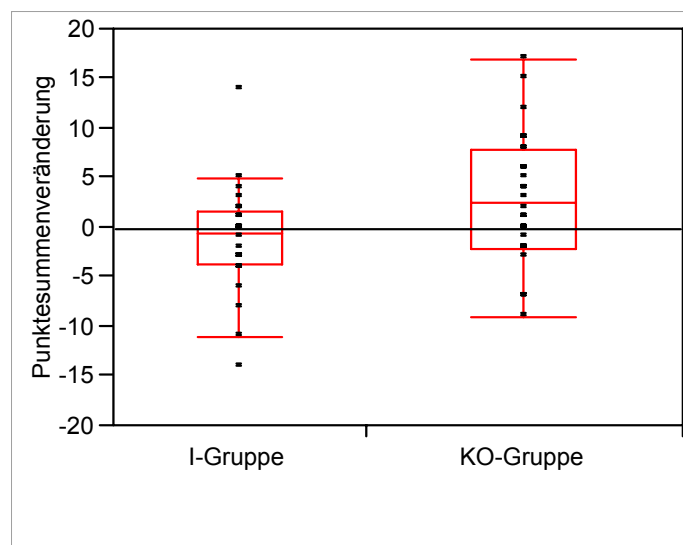
- Fußlänge
- Zehenlänge
- Ballenbreite
- Ballenlänge

- Ballenumfang
- Ballenwinkel
- Spannhöhe
- Fersenbreite

2.12.3 Statistische Auswertung des Bristol Foot Scores

Der Vergleich der Punktesummenveränderung der Gruppen über den Messzeitraum wurde mit Hilfe des nichtparametrischen Wilcoxon Tests berechnet. Das Signifikanzniveau wurde mit $\alpha=0,05$ (signifikant) angenommen.

Abbildung 10: Beispiel Boxplot-Diagramm

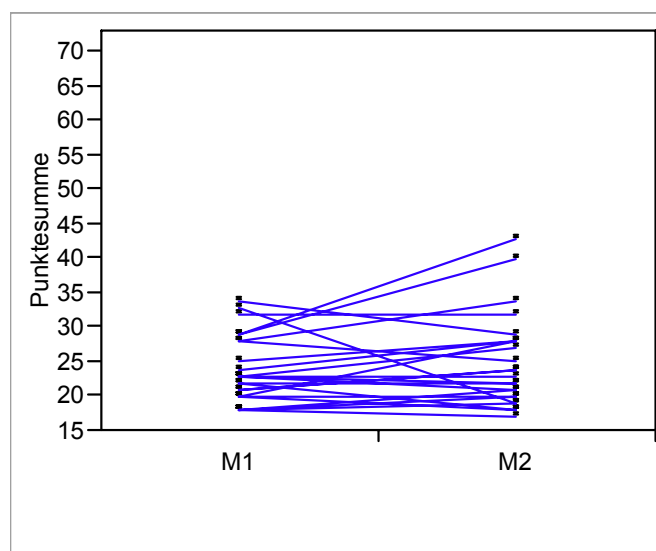


Die graphische Beschreibung des Vergleichs der Punktesummenveränderung der Gruppen erfolgte durch ein Boxplot-Diagramm (siehe Abbildung 10). Dabei entspricht das Rechteck dem Bereich, in dem die mittleren 50% der Daten liegen. Die durchgehende Linie innerhalb des Rechtecks entspricht dem Median. Durch die zwei Linien, die das Rechteck verlängern, werden außerhalb der Box liegende Werte dargestellt. Innerhalb dieser Linien liegen 95% aller beobachteten Werte. Die Linien werden durch einen Querstrich abgeschlossen, der, so-

fern keine Werte außerhalb der Linien liegenden, den maximalen bzw. minimalen Wert der erhobenen Daten angeben. Werte außerhalb der Linien werden als Ausreißer angesehen.

Der Vergleich innerhalb der Gruppen zwischen M1 und M2 wurde tabellarisch mit Häufigkeit und Prozentanteil der Gesamtheit, Interventions- und Kontrollgruppe dargestellt. Zur visuellen Darstellung der Punktesummen eines jeden Probanden zwischen M1 und M2 wurden die Summenwerte zusätzlich graphisch jeweils durch eine Linie verbunden (siehe Abbildung 11).

Abbildung 11: Beispiel Liniendiagramm



3 Ergebnisse

3.1 Untersuchungskollektiv

Von 100 eingeladenen Probanden wurden 54 in die Studie eingeschlossen und beurteilt, wovon 24 Probanden der Interventionsgruppe (I-Gruppe) und 30 der Kontrollgruppe (KO-Gruppe) angehörten.

3.1.1 Alter der Probanden

Die Altersspanne der Beschäftigten reichte von 18 bis 47 Jahre. Das Durchschnittsalter der Beschäftigten betrug 35,0 Jahre. Die Altersverteilung zeigt, dass die Beschäftigten der KO-Gruppe im Vergleich zur I-Gruppe geringfügig älter waren: 63,3% der Probanden der KO-Gruppe waren im Alter zwischen 36 und 55 Jahren, in der I-Gruppe waren 41,7% in diesem Altersbereich.

Tabelle 3: Altersverteilung der Probanden

	Häufigkeit					
	Gesamt (n=54)		I-Gruppe (n=24)		KO-Gruppe (n=30)	
Alter (Jahre)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
18 – 25	7	(13,0)	2	(8,3)	5	(16,7)
26 – 35	18	(33,3)	12	(50,0)	6	(20,0)
36 – 45	28	(51,9)	10	(41,7)	18	(60,0)
46 – 55	1	(1,9)	0	(0,0)	1	(3,3)
Durchschnittsalter	35,0 Jahre		34,0 Jahre		35,8 Jahre	

3.1.2 Anteil der Sicherheitsschuhträger und Tätigkeitsbereiche

In der I-Gruppe trugen 75,0% Probanden während ihrer Arbeitszeit Sicherheitsschuhe. Diese waren in der Herstellung, der Modellierung, der Mechatronik und der Elektronik tätig. 25,0% Arbeiter trugen bei ihrer Arbeit in Vertrieb (Büro) und Administration (PC-Arbeitsplätze) Freizeitschuhe. In der KO-Gruppe arbeiteten 73,3% Teilnehmer in den Bereichen Herstellung, Modellierung, Mechatronik und Elektronik mit Sicherheitsschuhen. 26,6% Arbeiter waren in Vertrieb und Administration tätig und trugen dabei Freizeitschuhe.

Tabelle 4: Sicherheitsschuhträger und Tätigkeitsbereiche

		Häufigkeit					
		Gesamt (n=54)		I- Gruppe (n=24)		KO-Gruppe (n=30)	
Tätigkeitsfeld	Sicherheits- schuhträger	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Herstellung	100%	16	(29,6)	7	(29,2)	9	(30,0)
Modellierung	100%	4	(7,4)	3	(12,5)	1	(3,3)
Mechatronik	100%	6	(11,1)	2	(8,3)	4	(13,3)
Elektronik	100%	14	(25,9)	6	(25,0)	8	(26,7)
Administration	0%	6	(11,1)	2	(8,3)	4	(13,3)
Vertrieb	0%	8	(14,8)	4	(16,7)	4	(13,3)

3.1.3 Tätigkeitsform

Insgesamt gaben 46,3% der Probanden an, überwiegend im Stehen zu arbeiten. Der gleiche Anteil der Probanden übte seine Tätigkeit überwiegend im Sitzen aus. Das Verhältnis der Tätigkeiten zwischen der I-Gruppe und der KO-

Gruppe variierte nur geringfügig.

Tabelle 5: Gehende, stehende, sitzende Tätigkeit in %

	Häufigkeit					
	Gesamt (n=54)		I-Gruppe (n=24)		KO-Gruppe (n=30)	
Tätigkeitsform	n	(%)	n	(%)	n	(%)
≥ 50% gehend	0	(0,0)	0	(0,0)	0	(0,0)
≥ 50% stehend	25	(46,3)	10	(41,7)	15	(50,0)
≥ 50% sitzend	25	(46,3)	13	(54,2)	12	(40,0)
Keine Form > 50%	4	(7,4)	1	(4,2)	3	(10,0)

3.1.4 Drop Outs

Tabelle 6: Drop Outs nach Ausschlussgründen

Drop Outs	M1	M2
Abwesenheit	8	31
Fehlende Compliance	0	3
Altersabweichung	2	0
Weibliches Geschlecht	2	0
Schlechte Scanqualität	0	0
Gesamt	12	34

Der Großteil der Probanden wurde wegen Abwesenheit von der Studie ausgeschlossen. In der I-Gruppe wurden drei Probanden aufgrund von fehlender Compliance eliminiert, da die neuen Schuhe kürzer als 4 Wochen oder gar nicht

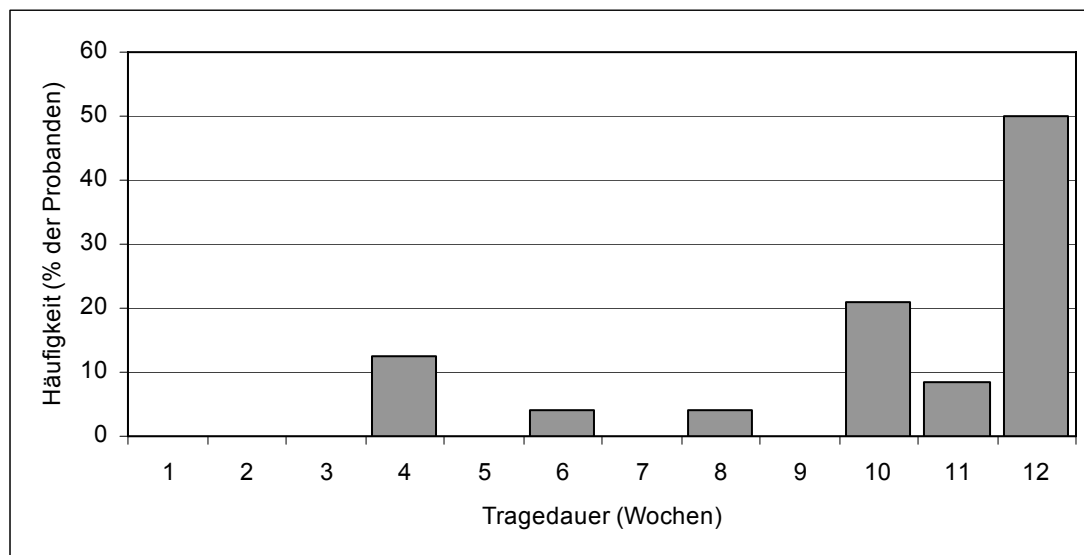
getragen wurden⁴. Weitere Ausschlusskriterien waren Alter und Geschlecht.

3.2 Tragetagebuch

3.2.1 Tragedauer der neuen Schuhe

Aufgrund unterschiedlicher Ausgabeterminale der Schuhe und individueller Abweichungen vom Versuchsplan variierte die Interventionsphase zwischen 4 und 12 Wochen, und mit ihr auch die Tragedauer der neuen Schuhe unter den Probanden. So trugen 50,0% der Arbeiter ihre neu angepassten Schuhe über die geplante Dauer von 12 Wochen. 33,3% der Probanden trugen ihre Schuhe zwischen 8 und 11 Wochen, 16,7% der Probanden über einen Zeitraum von 4 bis 6 Wochen.

Abbildung 12: Tragezeit der neuen Schuhe



⁴ Die Auswertung der Messergebnisse erfolgte „per Protokoll“. Ein Einschluss dieser drei I-Probanden in die Interventionsgruppe („intention to treat“) oder in die Kontrollgruppe (da weiterhin nur die eigenen Schuhe getragen wurden) ändert die Versuchsergebnisse nicht oder nur unerheblich.

3.2.2 Beschwerden mit den neu ausgegebenen Schuhen

Bei möglicher Mehrfachantwort gaben 29,2% der Probanden an, keine Beschwerden mit den neuen Schuhen zu haben. 20,8 % der Probanden empfanden die Schuhe als zu lang, kein Proband empfand sie als zu kurz. 25,0% der Teilnehmer empfanden die neuen Schuhe als zu weit und 16,7% als zu eng.

Weiterhin wurden Druckstellen, Beschwerden mit den Stahlkappen, Hitze und Qualitätsmängel angegeben. Die Probanden mit den Sicherheitsschuhen gaben im Vergleich zu den Probanden mit den Freizeitschuhen mehr Beschwerden an.

Tabelle 7: Beschwerden mit den neuen Schuhen (Mehrfachantwort möglich)

	Häufigkeit					
	I-Gruppe gesamt (n=24)		I-Gruppe mit Arbeitsschuhen (n=18)		I-Gruppe mit Freizeitschuhen (n=6)	
Beschwerden	N	(%)	n	(%)	n	(%)
Druckstellen	4	(16,7)	4	(22,2)	0	(0,0)
Stahlkappen	3	(12,5)	3	(16,7)	0	(0,0)
Hitze	2	(8,3)	2	(11,1)	0	(0,0)
Qualitätsmangel	2	(8,3)	1	(5,6)	1	(16,7)
Passform	15	(62,5)	11	(61,1)	4	(66,7)
davon zu lang	5	(20,8)	4	(22,2)	1	(16,7)
davon zu kurz	0	(0,0)	0	(0,0)	0	(0,0)
davon zu weit	6	(25,0)	5	(27,8)	1	(16,7)
davon zu eng	4	(16,7)	2	(11,1)	2	(33,3)
Keine Beschwerden	7	(29,2)	5	(27,8)	2	(33,3)

3.3 Auswertung der Fußmaße

Tabelle 8: Veränderung der Fußmaße

1	2	3	4	5	6	7
Fußmaße	Gruppe	Mittelwert M1	Mittelwert M2	Differenz M2-M1	p-Wert (Differenz M2-M1)	p-Wert (Differenz I-KO)
Fußlänge (mm)	I	271,5	270,6	-0,9	n.s.	n.s.
	KO	273,6	273,1	-0,5	<0,05	
Zehenlänge (mm)	I	89,7	88,1	-1,6	<0,01	n.s.
	KO	91,4	90,0	-1,4	<0,01	
Ballenbreite (mm)	I	104,6	105,9	1,3	<0,01	n.s.
	KO	106,8	107,7	0,9	<0,01	
Ballenlänge (mm)	I	199,5	201,3	1,8	<0,01	n.s.
	KO	200,3	201,3	1,0	<0,05	
Ballenumfang (mm)	I	254,4	257,2	2,8	<0,01	n.s.
	KO	260,2	259,6	-0,6	n.s.	
Ballenwinkel (Grad)	I	19,4	20,4	1,0	<0,05	n.s.
	KO	19,5	19,6	0,1	n.s.	
Spannhöhe (mm)	I	75,6	77,0	1,4	n.s.	n.s.
	KO	76,3	76,0	-0,3	n.s.	
Fersenbreite (mm)	I	60,1	59,7	-0,4	n.s.	n.s.
	KO	60,7	60,8	0,1	n.s.	

Tabelle 8 zeigt die an M1 und M2 gemessenen Mittelwerte der Fußmaße (Spalten 3 und 4), deren Differenzen zwischen den Messzeitpunkten (Spalte 5), die Signifikanz der Veränderungen innerhalb der Probandengruppen (Spalte 6), sowie zwischen diesen (Spalte 7).

Bei Betrachtung der Differenzen zwischen den Probandengruppen war bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ kein Unterschied nachweisbar (Spalte 7).

Die Arbeitshypothese H_1 : „Eine optimierte Schuhversorgung über einen Zeitraum von 1-3 Monaten führt zu einer morphologisch nachweisbaren Veränderung der Fußform“ muss hier zugunsten der Nullhypothese H_0 : „Eine optimierte Schuhversorgung über einen Zeitraum von 1-3 Monaten führt zu keiner morphologisch nachweisbaren Veränderung der Fußform“ verworfen werden.

Die Differenzen zwischen M1 und M2 innerhalb der einzelnen Gruppen zeigten geringe signifikante Änderungen der Fußmaße über den Messzeitraum (Spalte 6). So wies die I-Gruppe eine signifikante Abnahme der Messwerte für die Zehenlänge, sowie eine signifikante Zunahme von gemessener Ballenbreite, Ballenlänge, Ballenumfang und Ballenwinkel auf. In der KO-Gruppe war eine signifikante Abnahme der Messwerte für Fußlänge und Zehenlänge, sowie eine signifikante Zunahme der Ballenbreite und Ballenlänge über den Messzeitraum erkennbar. Die absoluten Differenzen zwischen den Messtagen lagen für Abstandsmaße zwischen 0,5 und 1,8 mm und 2,8 mm für das Umfangmaß.

3.4 Visuelle Analogskala (VAS)

3.4.1 VAS Schuhlänge

Tabelle 9 zeigt die Veränderung der subjektiv empfundenen Schuhlänge über den Messzeitraum im Sinne einer Verbesserung bzw. Verschlechterung der Passform. In der I-Gruppe gaben 29,2% der Probanden eine subjektive Verbesserung durch die neuen Schuhe an (Änderung in Richtung VAS-Skalen-

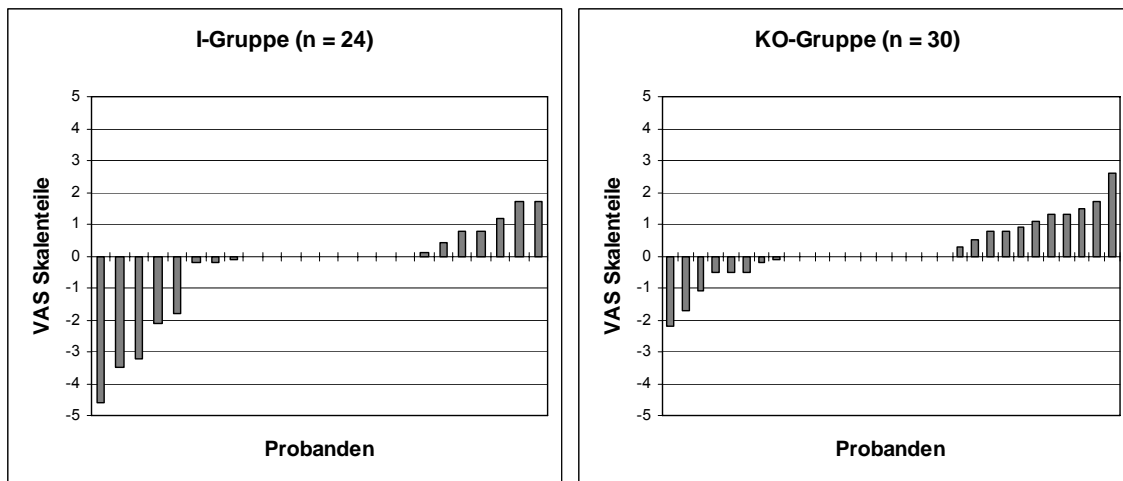
mitte). 33,3% der Befragten dieser Gruppe berichteten eine als Verschlechterung empfundene Zunahme der Schuhlänge über den Messzeitraum (Abstand von der Skalenmitte vergrößert). 37,5% der I-Probanden äußerten keine Änderung zwischen den Messtagen. In der KO-Gruppe berichteten 36,7% der Probanden eine subjektive Verbesserung über den Messzeitraum. 23,3% der Teilnehmer gaben eine als Verschlechterung empfundene Zunahme der Schuhlänge an. 36,7% der Probanden sagten, dass sich die Passform ihrer eigenen Schuhe über den Messzeitraum nicht geändert hat.

Tabelle 9: Veränderung der subjektiven Schuhlänge

	Häufigkeit					
	Gesamt (n=54)		I-Gruppe (n=24)		KO-Gruppe (n=30)	
Schuhlänge	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Verbesserung	18	(33,3)	7	(29,2)	11	(36,7)
Verschlechterung	16	(29,6)	8	(33,3)	8	(26,7)
davon zu kurz	1	(1,9)	0	(0,0)	1	(3,3)
davon zu lang	15	(27,8)	8	(33,3)	7	(23,3)
Keine Änderung	20	(37,0)	9	(37,5)	11	(36,7)

Das Verhältnis der subjektiven Angaben variierte zwischen den Gruppen nur geringfügig (siehe Abbildung 13; positiver Bereich der y-Achse entspricht Verbesserung zwischen den Messpunkten, negativer Bereich entspricht Verschlechterung).

Abbildung 13: Veränderung der subjektiven Schuhlänge



3.4.2 VAS Schuhweite

Tabelle 10 zeigt die Veränderung der subjektiv empfundenen Schuhweite über den Messzeitraum im Sinne einer Verbesserung bzw. Verschlechterung der Passform. In der I-Gruppe gaben 33,3% der Probanden eine subjektive Besserung der Passform an (Änderung in Richtung VAS-Skalenmitte). 50,0% der Befragten berichtete über eine als Verschlechterung empfundene Änderung der Schuhweite der neu angepassten Schuhe (Abstand von der Skalenmitte vergrößert). 16,7% äußerten keine Änderung ihrer Schuhweite. In der KO-Gruppe berichteten 36,7% der Probanden eine subjektive Verbesserung der eigenen Schuhe über den Messzeitraum. 23,3% der Befragten gaben eine als Verschlechterung empfundene Veränderung der Schuhweite an. 40,0% äußerten keine Änderung ihres Empfindens.

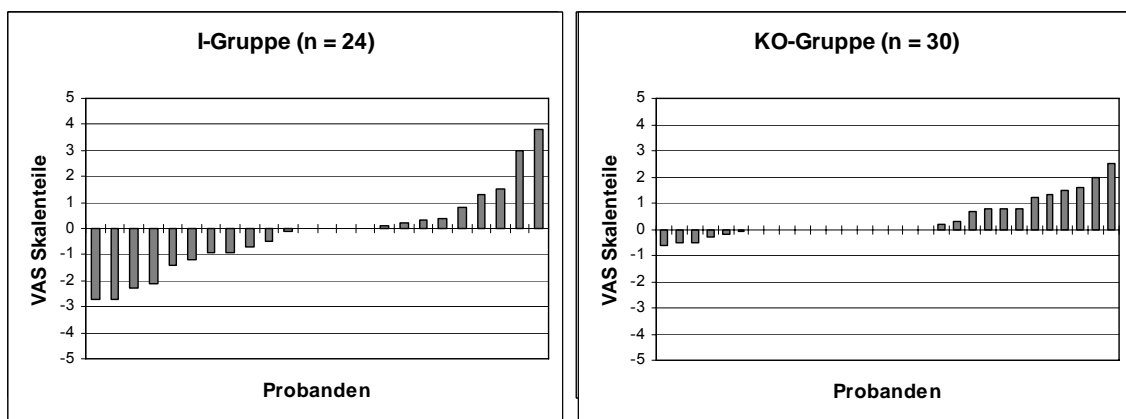
Insgesamt empfanden mehr Probanden der I-Gruppe im Vergleich zur KO-Gruppe eine deutlich stärkere Verschlechterung der Passform. Dagegen berichteten mehr Probanden der KO-Gruppe, dass sich die Passform der Schuhe nicht geändert hat.

Tabelle 10: Veränderung der subjektiven Schuhweite

	Häufigkeit					
	Gesamt (n=54)		I-Gruppe (n=24)		KO-Gruppe (n=30)	
Schuhweite	n	(%)	n	(%)	n	(%)
Verbesserung	19	(35,2)	8	(33,3)	11	(36,7)
Verschlechterung	19	(35,2)	12	(50,0)	7	(23,3)
davon zu eng	6	(11,1)	4	(16,7)	2	(6,7)
davon zu weit	13	(24,1)	8	(33,3)	5	(16,7)
Keine Änderung	16	(29,6)	4	(16,7)	12	(40,0)

Eine Verbesserung der Passform wurde in beiden Gruppen nahezu gleich häufig geäußert (siehe Abbildung 14; positiver Bereich der y-Achse entspricht Verbesserung zwischen den Messpunkten, negativer Bereich entspricht Verschlechterung).

Abbildung 14: Veränderung der subjektiven Schuhweite



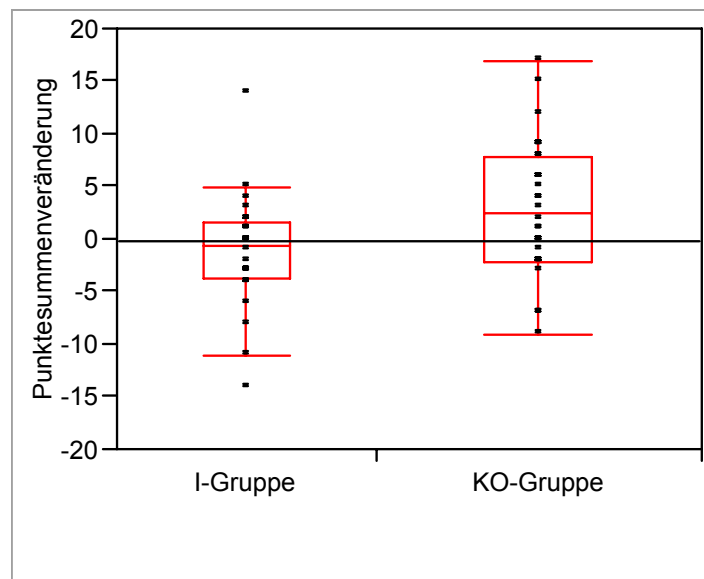
Bezugnehmend auf die eingangs vorformulierte Fragestellung weisen die vorliegenden Daten nicht darauf hin, dass die subjektiv empfundene Passform von

Arbeits- und Freizeitschuhen durch eine in Länge und Weite angepasste Schuhversorgung verbessert wird.

3.5 Bristol Foot Score (BFS)

Abbildung 15 illustriert den Vergleich der Punktesummenveränderung der I-Gruppe gegenüber der KO-Gruppe zwischen den Messtagen (M1-M2). Werte > 0 bedeuten eine Verbesserung über dem Messzeitraum, Werte < 0 stehen für eine Verschlechterung.

Abbildung 15: Veränderung der subjektiven Fußbeschwerden zwischen den Gruppen



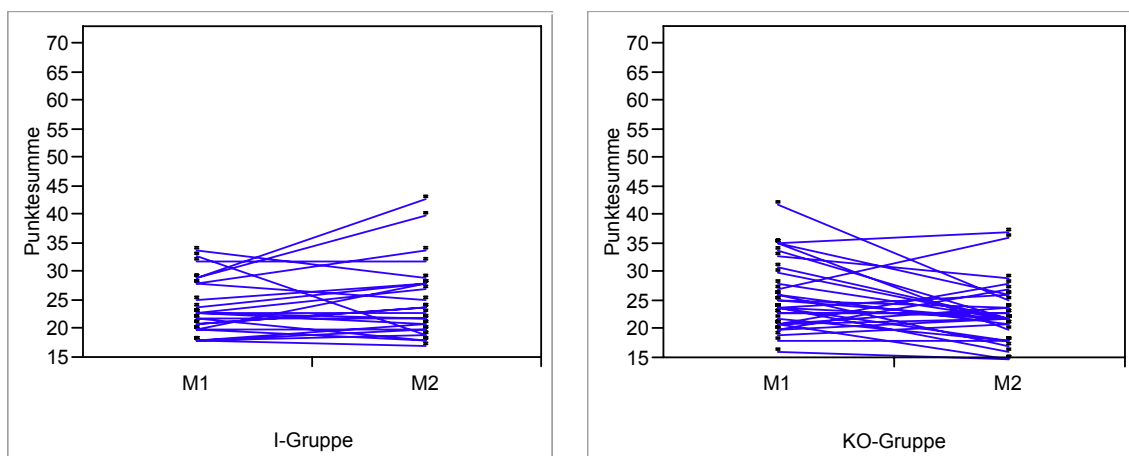
In der I-Gruppe lag die Mehrzahl der Werte unter der Nullmarke, in der KO-Gruppe darüber. Der Median lag bei der I-Gruppe bei $-0,5$ und bei der KO-Gruppe bei $+2,5$. Die Differenz der Punktesummen variierte in der I-Gruppe zwischen einem minimalen Wert von -14 und einem maximalen Wert von $+14$ Punkten, wobei beide Werte als Ausreißer angesehen werden können. 92% der beobachteten Werte lagen zwischen -11 und $+5$ Punkten (und damit im Bereich

von ± 2 Standardabweichungen). In der KO-Gruppe lag der minimale Wert bei -9 und der maximale Wert bei +17 Punkten (alle im Bereich von ± 2 Standardabweichungen).

Folgt man dem nichtparametrischen Wilcoxon-Test, so ergab sich in der I-Gruppe eine im Vergleich zur KO-Gruppe mit $p=0,01$ hoch signifikante Verschlechterung der subjektiv empfundenen Fußbeschwerden.

Abbildung 16 verdeutlicht den Vergleich der Punktesummen eines jeden Probanden zwischen M1 und M2. Dabei sind die zum gleichen Probanden gehörenden Summenwerte jeweils durch eine Linie verbunden. Eine von M1 nach M2 abwärts geneigte Linie zeigt eine Verringerung der Bewertungspunkte und somit eine Verbesserung des Ergebnisses über den Messzeitraum. Eine ansteigende Linie repräsentiert eine Verschlechterung.

Abbildung 16: Veränderung der subjektiven Fußbeschwerden innerhalb der Gruppen



Die Darstellung lässt erkennen, dass für die Mehrzahl der Probanden in beiden Gruppen nur geringe Veränderungen der Gesamtpunktzahl des Fragebogens ergaben. Weiterhin wird sichtbar, dass sich die überwiegende Mehrzahl der

Punktesummen im unteren Drittel des Skalenbereichs (also im „gesunden Bereich“) befindet.

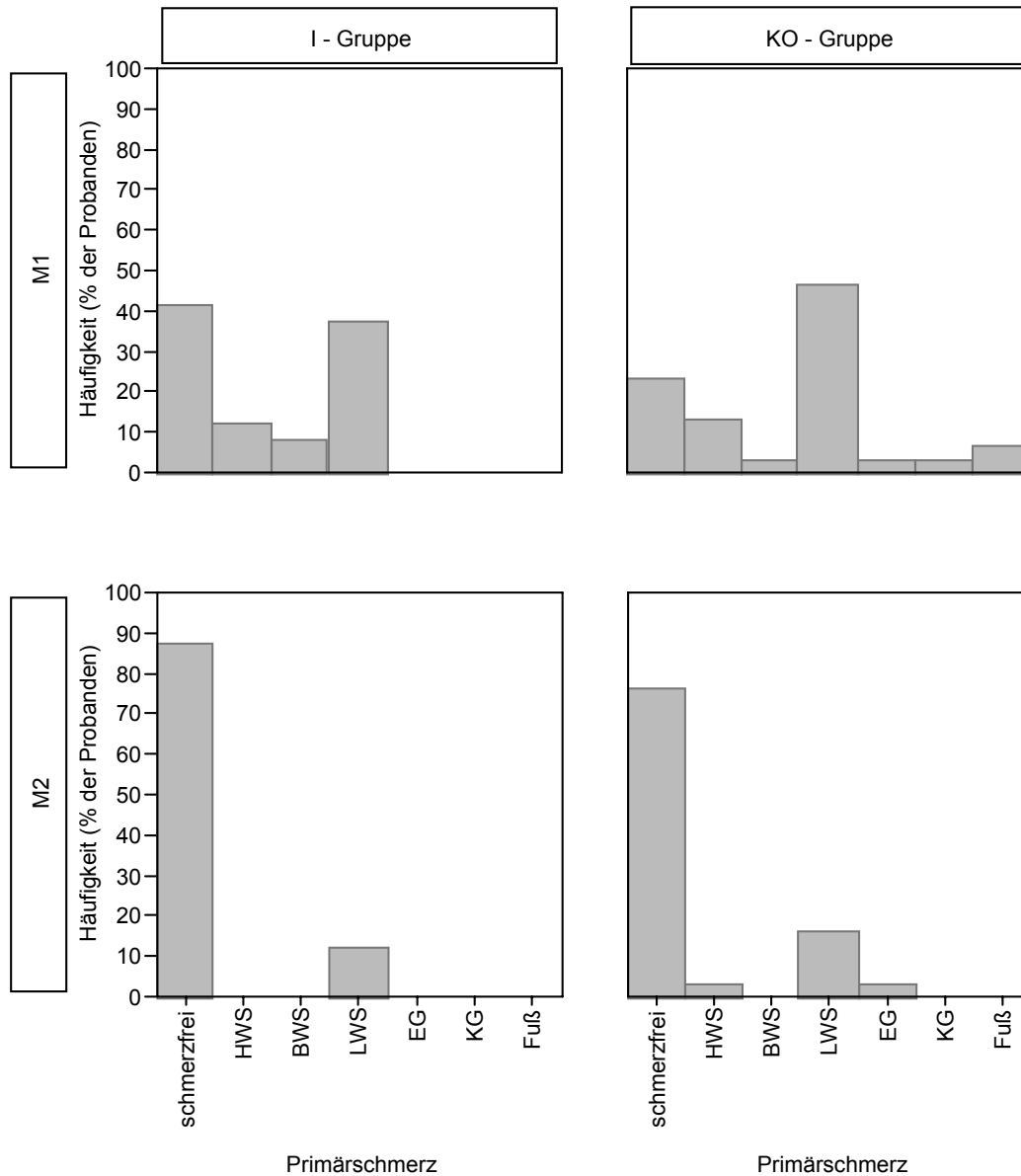
Bezugnehmend auf die eingangs vorformulierte Fragestellung weisen die vorliegenden Daten nicht darauf hin, dass sich der Gesundheitszustand der Füße durch angepasstes Schuhwerk verbessert. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen im Gegensatz zur eingangs formulierten These eine signifikante Verschlechterung der Fußgesundheit in der Interventionsgruppe.

3.6 Schmerzanalyse

Die Schmerzanalyse zeigt, dass in beiden Gruppen an den Messtagen der Primärschmerz im Bereich der Lendenwirbelsäule (LWS) lokalisiert war. An M1 gaben 37,5% der Probanden der I-Gruppe Schmerzen in der Lendenwirbelsäule an; in der KO-Gruppe berichteten 46,7% der Arbeiter über Schmerzen in diesem Bereich. An M2 äußerten noch 12,5% der Arbeiter der I-Gruppe Schmerzen in der Lendenwirbelsäule; in der KO-Gruppe gaben 16,7% der Untersuchten weiterhin Beschwerden in diesem Bereich an. Die LWS-Beschwerden gingen somit in der I-Gruppe um 67%, in der KO-Gruppe aber ebenfalls um 71% zurück. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Gruppen war nicht erkennbar (siehe Abbildung 17).

Weitere Schmerzlokalisationen - wenn auch mit geringerer Häufigkeit - waren die Brust-, und die Halswirbelsäule (BWS, HWS), sowie die Ellenbogengelenke (EG), die Kniegelenke (KG) und die Füße. Insgesamt zeigte sich, dass die Probanden der KO-Gruppe an M1 in der Hals- und der Lendenwirbelsäule, den Ellenbogen- und Kniegelenken und in den Füßen im Vergleich zur I-Gruppe häufiger Beschwerden angaben..

Abbildung 17: Lokalisation des Primärschmerzes



Schmerzfrei zu sein gaben in der I-Gruppe an M1 41,7% der Probanden und an M2 87,5% der Befragten an. In der KO-Gruppe berichteten an M1 23,3% der Teilnehmer und an M2 76,7% der Probanden, keine Schmerzen am Halte- und Bewegungsapparat zu haben; bei der Zunahme der schmerzfremen Probanden war kein wesentlicher Unterschied zwischen den Gruppen sichtbar.

Bezugnehmend auf die eingangs vorformulierte Fragestellung weisen die vorliegenden Daten nicht darauf hin, dass bestehende Schmerzen am Bewegungsapparat durch angepasstes Schuhwerk über einen Zeitraum von 1-3 Monaten vermindert werden.

4 Diskussion

4.1 Untersuchungskollektiv, Drop Outs

Um möglichst große Homogenität der Teilnehmer, sowie hohe Vergleichbarkeit zwischen den beiden Gruppen zu erreichen, wurden die Teilnehmer im Vorfeld nach festgelegten Kriterien ausgewählt (Alter, Geschlecht, Tätigkeitsbereich, Beschäftigungsgrad). Die Probanden wurden nach dem Prinzip der Randomisierung in zwei Gruppen eingeteilt, wodurch unbekannte Einflussgrößen des Studienresultats gleichmäßig zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe verteilt wurden. Insgesamt 46 Drop Outs reduzierten die ursprünglich 100 Studienteilnehmer merklich, sodass die Probandenzahl anderer Studien in diesem Untersuchungsbereich nicht erreicht werden konnte (Marr et al.1993, Lakemeyer et al.2001, Loch 2003, Hofgärtner 2007). Möglicherweise konnten geringfügige Veränderungen im Probandenkollektiv deshalb nicht detektiert werden.

Die meisten Drop Outs wurden wegen Abwesenheit registriert (siehe 3.1.4). An Messtag 1 erschienen 8 Probanden nicht und an Messtag 2 blieben 31 der einbestellten Teilnehmer fern. Die Gründe konnten nicht eindeutig aufgeklärt werden und liegen vermutlich im persönlichen Bereich (Krankheit, Urlaub o.ä.). Weiterhin wäre denkbar, dass die Verzögerung der Schuhausgabe und fehlende Zufriedenheit mit den ausgegebenen Schuhen die Compliance beeinträchtigt haben. Test-Retest Studien, die von Probanden die Gewöhnung an neues Schuhwerk fordern, sollten daher grundsätzlich durch Compliance fördernde Maßnahmen begleitet werden, wie z.B. innerbetriebliche oder telefonische Kontakte und/oder postalische Erinnerungen während der Interventionsphase, um die Anzahl von Drop Outs auf niedrigem Niveau zu halten.

4.2 Alter, Tätigkeitsbereich, Tätigkeitsform

Das Durchschnittsalter der Probanden lag mit 35 Jahren deutlich unter dem der Gesamtbevölkerung (Grobecker et al. 2008). Weiterhin wurde deutlich, dass ein Großteil der Beschäftigten während ihrer Arbeit Sicherheitsschuhe trugen (Interventionsgruppe 75,0% und Kontrollgruppe 73,3%). Das Verhältnis der Sicherheitsschuhträger, sowie der Tätigkeiten zwischen Interventions- und Kontrollgruppe variierte nur geringfügig (siehe 3.1.2).

Hinsichtlich des Alters und des Anteils der Sicherheitsschuhträger in den Tätigkeitsbereichen ist das Gesamtkollektiv mit Kollektiven anderer Studien vergleichbar (Marr et al. 1993, Lakemeyer et al. 2001, Loch 2003, Hofgärtner 2007). In der Probandenpopulation waren überwiegend stehende und sitzende Tätigkeiten gleich stark (jeweils mit 46,3%) vertreten. Vorwiegend gehende Tätigkeiten kamen nicht vor; bei einer kleinen Gruppe (<10%) war die Tätigkeit durch gemischte Bewegungsformen charakterisiert (siehe 3.1.3). Die Tätigkeitsform variiert zu den genannten Studien. So führten z.B. nur 33% der von Hofgärtner (2007) Untersuchten vorwiegend stehende Tätigkeiten aus. Im Kollektiv von Marr et al. (1993) gaben dagegen 69 % der Arbeiter an, während ihrer Arbeitszeit überwiegend zu stehen. Insgesamt liegt damit in der hier untersuchten Probandenpopulation der Anteil von stehender Tätigkeit im Mittelfeld vergleichbarer Studien und kann damit wohl auch als repräsentativ für industrielle Tätigkeitsbereiche angesehen werden.

4.3 Auswertung der Fußmaße

Eine Anpassung von Fußmaßen an passgerechtes Schuhwerk wurde in vergangenen Studien erst nach frühestens 6 Monaten bzw. erst nach 1- 4 Jahren beobachtet (Knowels 1953, Burry 1957, Barnett 1963). Wie die vorliegende Studie zeigt, führt eine optimierte Schuhversorgung – jedenfalls an der hier gewählten Probandenpopulation – nach 1-3 Monaten noch nicht zu einer signifikanten

Veränderung der Fußmaße. Wie bereits in 3.3 festgestellt muss somit die Arbeitshypothese, dass eine optimierte Schuhversorgung über einen Zeitraum von 1-3 Monaten zu einer morphologisch nachweisbaren Veränderung der Fußform führt, zugunsten der Nullhypothese verworfen werden. Dies kann als Hinweis gewertet werden, dass Veränderungen der Fußdimensionen eher von allmählicher Natur sind und sich erst nach einem längeren Zeitraum manifestieren. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Probanden nicht aus einer ausgesprochenen Fußproblemgruppe stammen, sondern eher als sensibilisiert gegenüber Schuhproblemen gelten können, und außerhalb der Arbeitszeit weiterhin ihr von der Schuhanpassung nicht erfasstes privates Schuhwerk getragen hatten.

Innerhalb der einzelnen Gruppen zeigten sich teilweise geringfügige aber dennoch signifikante Änderungen, die jedoch offenbar nicht auf den Einfluss der ausgegebenen Schuhe zurückzuführen sind. Generell unterliegen die Fußdimensionen und deren Messung einer Reihe nicht versuchsbedingter Einflüsse, wie z.B. vorausgehende Belastung des gemessenen Fußes durch Gehen, Stehen, Heben und Tragen von Gewichten oder tageszeitabhängige Änderungen (Frey 2000, McWorther et al. 2003; Tsung et al. 2003). Um zirkadiane Veränderungen der Fußmaße zu vermeiden, wurde im Rahmen der vorliegenden Studie zwar versucht, die Probanden an beiden Messtagen zu gleichen Tageszeiten zu vermessen, dies war jedoch wegen der Rahmenbedingungen (betriebliche Arbeitsabläufe) nicht bei allen Probanden möglich. Messbedingte Abweichungen, wie – trotz aller Sorgfalt nicht vollkommen vermeidbare – unterschiedliche Fußpositionierung im Scanner und Bewegung während der Messung, sowie gerätebedingte Einflüsse verlängern die Liste potenzieller Störgrößen. Das Lasermessverfahren ist zwar bisherigen Messverfahren überlegen, seine Messgenauigkeit von < 2 mm (Krauß 2007) ist jedoch nicht völlig zu vernachlässigen. Hier müssen insbesondere Schwankungen der Scanqualität durch Verunreinigung der Optik oder durch Fremdlichteinfall in Betracht gezogen werden, deren Verlust von Messpunkten verursachen kann (Eibl 2003). Trotz der weiter

oben genannten allgemein bekannten Einflüsse auf die Messgenauigkeit legen die innerhalb der Gruppen gemessenen teilweise signifikanten Änderungen jedoch die Vermutung eines systematischen Geräteinflusses nahe. In Hinblick auf den Gruppenvergleich konnte dieser Fehler zwar kontrolliert werden, grundsätzlich erhöhen aber solche Störgrößen die Streuung der Messwerte und somit die Wahrscheinlichkeit bzw. das Risiko, dass vorhandene (geringfügige) Veränderungen der Fußmaße nicht erkannt werden.

Um geräte- und umgebungsbedingte bedingte Messungenauigkeiten zu erkennen und ggf. ausschließen zu können, sollte grundsätzlich das Mitführen eines in seiner Größe unveränderlichen Referenzobjektes in Erwägung gezogen werden, das unmittelbar vor und nach jeder Messreihe gescannt wird, und mit dessen bekannten Dimensionen die dabei erhaltenen Ergebnisse verglichen werden (Kalibrierung unter Realbedingungen).

4.4 Visuelle Analogskala

Bisher wurde eine visuelle Analogskala (VAS) zur Quantifizierung subjektiver Befindlichkeiten vor allem in der Schmerzforschung, aber auch bei der Messung von depressiven Symptomen oder Atemwegserkrankungen verwendet (Aitken 1969, Joyce et al.1975, Gift 1989, Ferraz et al.1990, Tiblady et al.1998). In diesen Studien wurde die Reliabilität, Validität und Sensitivität der VAS untersucht und positiv bewertet.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zum subjektiven Empfinden der Schuhlänge (siehe 3.4.1) zeigen bei der Analyse auf relative Verbesserung keine eindeutigen Unterschiede zwischen den beiden Probandengruppen. Bezüglich der Schuhweite (siehe 3.4.2) berichtete hingegen jeder zweite Proband der Interventionsgruppe - erheblich häufiger als in der Kontrollgruppe - nach individueller Schuhanpassung eine subjektive Verschlechterung. Eigentlich wäre ja

zu erwarten, dass die Probanden in der Interventionsgruppe überwiegend eine Verbesserung der Passform berichten würden. Dass der Wechsel auf einen neu angepassten Schuh von einer nennenswerten Probandenzahl als Verschlechterung empfunden wurde, wäre verständlich, wenn man annimmt, dass der vorherige Schuh im Wege der Gewöhnung mit allen Mängeln als vertraut akzeptiert war und ein Wechsel zunächst als ungewohnt und daher „schlechter“ empfunden wird. Ein solcher Gewöhnungseffekt könnte auch erklären, weshalb schlecht passendes Schuhwerk so lange akzeptiert und getragen wird, bis sich Fußbeschwerden oder -fehlstellungen manifestieren. Allerdings gibt die relative Unzufriedenheit der Probanden mit der neuen Schuhweite auch Anlass zur kritischen Auseinandersetzung mit dem Anpassungsverfahren (siehe 4.7).

Hinsichtlich der Kontrollgruppe wäre zunächst zu erwarten, dass der überwiegende Anteil der Probanden (die ja über den Messzeitraum ihre gewohnten Schuhe unverändert weiter getragen hatten) über keine oder nur marginale Veränderungen berichtete. Insofern überrascht, dass nur 36,7% dieser Probanden bei der Schuhlänge bzw. 40,0% bei der Schuhweite in dieser Weise urteilten, während 36,7% bzw. 23,3% der Probanden bei unverändertem Schuhwerk Verbesserungen oder Verschlechterungen zu Protokoll gaben.

Hier treten schon von Joyce et al. (1975) beobachtete Schwierigkeiten der Probanden zu Tage, subjektive Empfindungen auf einer analogen Skala zu lokalisieren. Weiterhin bereitete den Probanden offenbar die Reproduktion der eigenen Einschätzung mit einem Abstand von mehreren Wochen Schwierigkeiten. In Übereinstimmung mit Joyce et al. (1975) kann angenommen werden, dass die bewusste Konfrontation der Probanden mit ihren früheren Messungen vor einer erneuten Messung die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse steigert. Gift (1989) konnte bereits zeigen, dass chronische Patienten bei wiederholten Befragungen stabilere VAS- Ergebnisse bei der Einschätzung ihres subjektiven Schmerzempfindens aufweisen, als Patienten mit akuten Beschwerden (Gift 1989). Dieses Phänomen lässt den Schluss zu, dass die Abbildung subjektiver Empfin-

dungen in einer visuellen Analogskala trainierbar ist - und mit den Probanden in geeigneter Weise geübt werden sollte, um ein möglichst reproduzierbares Ergebnis zu erhalten. Die Teilnehmer der vorliegenden Studie sind hingegen eher mit Gifts Akutpatienten vergleichbar, da die Befragung ebenso wie bei diesen nur punktuell über einen begrenzten Zeitraum stattgefunden hat. Für nachfolgende Untersuchungen mit ähnlicher Problemstellung ist demnach zu empfehlen, die Probanden ihre Befindlichkeiten mehrfach und in kürzeren kurzen Abständen abbilden zu lassen – jeweils in Kenntnis unter Berücksichtigung ihrer vorangegangenen Bewertungen.

4.5 Bristol Foot Score

Der Bristol Foot Score wurde bisher bei Patienten eingesetzt, die starke Beschwerden mit ihren Füßen hatten und eine Operation in Erwägung ziehen. In diesem Untersuchungsfeld zeigte er eine gute Reliabilität, Validität und Sensitivität (Barnett et al. 2005). In der hier durchgeführten Studie zeigte sich im Vergleich zwischen den Gruppen in der Interventionsgruppe eine deutliche Verschlechterung der subjektiven Fußbeschwerden mit den neu angepassten Schuhen (siehe 3.5). Dies korreliert mit den Ergebnissen der visuellen Analogskala, nach denen die Probanden der Interventionsgruppe bezüglich der Schuhweite - erheblich häufiger als in der Kontrollgruppe - trotz individueller Schuhanpassung eine subjektive Verschlechterung angaben.

Das hier beobachtete Phänomen lässt nochmals an den bereits bei der visuellen Analogskala diskutierten Gewöhnungseffekt an das eigene, bereits seit längerer Zeit getragene Schuhwerk denken. Es ist davon auszugehen, dass über einen längeren Zeitraum getragene Schuhe sich infolge ihrer Materialeigenschaften in gewissem Ausmaß an die jeweilige Fußform ihres Trägers anpassen. Diesen Vorgang, den man als „Mikro-Anpassung“ bezeichnen könnte, hatte die Kontrollgruppe mit ihrem eigenen Schuhwerk bereits absolviert, während

die Probanden der Interventionsgruppe ihn mit ihren neuen Schuhen erneut durchlaufen müssen (wenn auch mit durch die individuelle Anpassung u.U. besseren Startbedingungen). Ob allerdings die Notwendigkeit, die neuen Schuhe einzulaufen, allein für deren schlechte Bewertung verantwortlich zu machen ist, bleibt hier offen. Im weiteren Verlauf muss das Verfahren zur Anpassung der neuen Schuhe einer kritischen Betrachtung unterzogen werden (siehe 4.7).

Im Vergleich der Punktesummen eines jeden Probanden zwischen M1 und M2 ließen sich dagegen für die Mehrzahl der Probanden in beiden Gruppen nur geringe Veränderungen über den Messzeitraum erkennen: dies bestätigt den schon vor Versuchsbeginn - verglichen mit der oben zitierten Barnett-Studie - relativ guten Gesundheitszustand der Probanden-Füße und korreliert mit den Ergebnissen der Schmerzanamnese, in der kein Proband der Interventionsgruppe und nur 6,7 % der Befragten der Kontrollgruppe im Vorfeld Beschwerden an ihren Füßen angaben. Vor diesem Hintergrund kann die gewählte Methode für das Probandenkollektiv dieser Studie als reliabel und valide angesehen werden. Die Ergebnisse lassen jedoch über den Interventionszeitraum keine Verbesserung des von den Probanden empfundenen Fuß-Gesundheitszustandes erkennen.

4.6 Schmerzanalyse

Ein Blick auf die Ergebnisse der Schmerzanalyse zeigt, dass in beiden Gruppen an den Messtagen der Primärschmerz im Bereich der Lendenwirbelsäule lokalisiert war (siehe 3.6). Dies stimmt mit anderen Studien überein, in denen Probleme mit der Wirbelsäule und dabei besonders im Bereich der Lendenwirbelsäule die häufigsten Beschwerden am Halte- und Bewegungsapparat darstellten (Lakemeyer et al. 2001, Loch 2003, Hofgärtner 2007).

Darüber hinaus wurde deutlich dass die Probanden der Kontrollgruppe im Vergleich zur Interventionsgruppe an Messtag 1 mehr Beschwerden am Bewegungsapparat angaben. Dies könnte sich durch den höheren Anteil der über 35-jährigen (in der KO-Gruppe 63,3% gegenüber 41,7% in der I-Gruppe), sowie durch den höheren Anteil an stehender Tätigkeit in der Kontrollgruppe (50,0% gegenüber 41,7% in der Interventionsgruppe) erklären. Aus der Literatur ist bereits bekannt, dass Belastungsfaktoren wie Stehen auf harten Böden (Madeleine et al., 1998), sowie altersbedingte degenerative und arthrotische Veränderungen (Wülker, 2005, Henkel 2004, 2005, 2006) eine wichtige Rolle für die Beanspruchung der Arbeitnehmer und die Pathogenese von Muskel- und Skeletterkrankungen spielen.

Ebenso kann das Schuhwerk einen Einfluss auf den gesamten Bewegungsapparat haben (Fauno et al. 1993, Franklin et al., 1995). Die von den Probanden der vorliegenden Studie über den Messzeitraum berichteten Veränderungen der Schmerzen am Bewegungsapparat lassen sich jedoch nicht auf das Tragen der angepassten Schuhe zurückführen, da die Prävalenzratio der Beschwerden bei der Interventions- und Kontrollgruppe in praktisch gleichem Ausmaß zurückging. Außerdem wurden konkrete Fußbeschwerden von Probanden der Interventionsgruppe weder vor noch nach dem Versuch berichtet, so dass kein Einfluss erkennbar ist.

Auffällig ist, dass zu Beginn der Messung nur 6,7 % der Befragten (die alle der Kontrollgruppe angehörten), Beschwerden an ihren Füßen angaben. Dies deckt sich nicht mit den Erhebungen anderer Studien, in denen 40-90% der Befragten über Fußbeschwerden durch ihr Schuhwerk berichteten (Marr et al. 1993, Lakemeyer et al. 2001, Loch 2003, Hofgärtner 2007). Möglicherweise waren die Probanden dieser Studie als Mitarbeiter der „Schuhbranche“ bereits im Vorfeld für die Bedeutung guter Fußbekleidung sensibilisiert und daher schon mit vergleichsweise besser passendem Schuhwerk ausgestattet als die Probandengruppen der oben zitierten Studien, die aus Büro und handwerklichem Berei-

chen, Druckerei- oder Automobilbranche ausgewählt wurden. Für zukünftige Untersuchungen empfiehlt sich daher, Probanden aus einem Umfeld zu rekrutieren, in dem der Tragekomfort und damit die Gesundheit der Füße im Vordergrund ein gravierendes Problem darstellt. Ein weibliches Probandenkollektiv verspricht ebenfalls einen höheren Anteil an Fußproblemen, da - wie verschiedene Autoren aufgezeigt haben - die Prävalenz von Fußbeschwerden bei Frauen höher ist als bei Männern, da jene eher dazu neigen, weniger gut passende Schuhe zu akzeptieren (Frey 2000, Jung et al. 2001, Menz et al. 2005, Henkel 2006).

4.7 Verfahren zur Schuhanpassung und Schuhversorgung

Die Schuhanpassung in der vorliegenden Studie erfolgte in Anlehnung an die von Henkel (2005, 2006) vorgeschlagene Schuhgrößenbestimmung (siehe 2.10). Die maßgerechte Versorgung mit angepasstem Schuhmaterial erwies sich zunächst als schwieriger als erwartet: Zum Ausgabetermin standen nicht für alle Probanden Schuhe in der erforderlichen Weite zur Verfügung weshalb ein Teil der Studienteilnehmer die neuen Schuhe erst mit Verspätung erhielt. Infolgedessen konnte die anfangs festgelegte Interventionsdauer von 3 Monaten nur von 50,0% der Probanden erreicht werden. Weitere 33,3 % der Beschäftigten trugen die neu angepassten Schuhe 8-11 Wochen, 16,6% 4-6 Wochen (siehe 3.2.1). Die anfänglich vorgesehene Interventionsphase von 3 Monaten musste daher auf 1-3 Monate ausgedehnt werden, um eine hinreichende Probandenzahl einschließen zu können.

Ausgehend vom gewählten Anpassungsverfahren trugen vor Versuchsbeginn 70,8% der Probanden der Interventionsgruppe (66,7% in der Kontrollgruppe) nach den hier definierten Kriterien nicht optimal passende Schuhe, wovon für 62,5% der Probanden die eigenen Schuhe als zu klein ermittelt wurden (60,0% in der Kontrollgruppe). Dies korreliert mit der These von Henkel, dass ein nennenswerter Teil der Bevölkerung zu kurze Schuhe trägt, dürfte aber auch der

Tatsache geschuldet sein, dass aus den in Abschnitt 2.10 erläuterten Gründen in der vorliegenden Studie die Längenzugabe eher großzügig bemessen wurde. Die Erwartung, dass zahlreiche Probanden wegen ihrer zu kleinen Schuhe schon vor Versuchsbeginn Beschwerden an den Füßen haben müssten, konnte jedenfalls durch die Ergebnisse der Schmerzanamnese so nicht bestätigt werden. Vielmehr nahmen die subjektiven Beschwerden mit den neuen Schuhen im Beobachtungszeitraum im Vergleich zur Kontrollgruppe zu (siehe 4.4 und 4.5).

Wie die VAS- Erhebung der subjektiven Schuhlänge zeigte, empfand keiner der Probanden die neuen Schuhe als zu kurz; vielmehr beschrieb fast jeder dritte die Länge der neuen Schuhe als Verbesserung gegenüber dem vorherigen Zustand (siehe 3.4.1). Dies bestätigt das Postulat von Henkel (2005, 2006), dass eine ausreichende Länge für eine optimale Passform und Tragekomfort notwendig ist. Allerdings empfand ein weiteres Drittel der Probanden die Schuhe als zu lang. Die Zulage in der Länge wurde also nicht durchweg als angenehm empfunden.

Hinsichtlich der Weite (siehe 3.4.2) waren die Reaktionen der Probanden auf das neue Schuhwerk uneinheitlich, aber mit negativerer Tendenz: Zwar empfand jeder dritte Proband der Interventionsgruppe (wie auch der Kontrollgruppe) die neue Weite als angenehmer. Jeder zweite beschrieb dagegen die neuen Schuhe in der Weite als weniger passend; für zwei Drittel dieser Gruppe waren die Schuhe zu weit, für ein Drittel zu eng.

Der negative VAS-Feedback hinsichtlich der Schuhweite, die Verschlechterung der mit dem Bristol Food Score berichteten Fußbeschwerden, sowie auch die wesentlich höhere Drop Out-Rate in der Interventionsgruppe wegen fehlender Compliance und Abwesenheit stellen nun die Frage, inwieweit die in Abschnitt 2.10 beschriebene Anpassungsmethode überhaupt zu einer objektiven Verbesserung der Schuhanpassung geführt hat.

Hinsichtlich der Schuhlänge wurde, wie bereits erwähnt, ein eher großzügiger Zuschlag gegeben. Nun wächst mit vermehrter Längenzugabe auch die Weite der angebotenen Schuhe. Die Möglichkeiten, schmale Füße zu versorgen, schwinden somit, was erklärt, dass die neuen Schuhe doppelt so häufig als zu weit empfunden wurden wie in der Kontrollgruppe. Bei Verwendung des marktüblichen Schuhangebotes sollte der Längenzuschlag somit besonders bei schmalen Füßen vorsichtig gehandhabt werden – im Gegensatz zum hier praktizierten Verfahren, bei dem gerade schmale Füße mehr Längenzugabe erhielten, als normale und breitere.

Auch der Anteil der zu eng empfundenen Schuhe liegt in der Interventionsgruppe etwa doppelt so hoch wie in der Kontrollgruppe. Hierzu dürfte die praktizierte Schuhweitenanpassung auf den schmälere Fuß (soweit unterschiedliche Weiten vorlagen) eine Rolle gespielt haben. Da neue Schuhe generell paarweise in gleicher Weite hergestellt werden, sitzt in solchen Fällen zwangsläufig einer der beiden Schuhe enger. Eine Anpassung auf den Mittelwert der Fußweiten dürfte diesem Phänomen zumindest teilweise abhelfen.

Wiewohl das hier gewählte standardisierte Anpassungsverfahren in vielen Fällen auch zu zufriedenstellenden Ergebnissen führen konnte, bleibt die Frage nach weiteren Optimierungsmöglichkeiten der Schuhanpassung. Das Verfahren beschränkte sich a priori auf die Bestimmung von Schuhlänge und -weite, da kommerziell erhältliches Schuhmaterial meist nur nach diesen Merkmalen unterschieden wird, und Maßanfertigungen, die z.B. auch Fersenbreite und Spannhöhe berücksichtigen, nicht vorgesehen waren. Die entsprechenden Schuhdimensionen werden vom Hersteller, wie auch bei Konfektionsbekleidung üblich, nach Erfahrungswerten oder statistischen Verfahren ermittelt, sodass ein möglichst großer Teil der Zielgruppe „bedient“ werden kann. Das zu Grunde liegende Fußmodell variiert von Hersteller zu Hersteller mehr oder weniger, sodass der Verbraucher bei gleicher Schuhgröße und -weite die anderen Schuhdimensionen per Anprobe optimieren kann.

Weiterhin ist davon auszugehen, dass die Verfahren der Fußvermessung ebenso wie die der Schuhherstellung gewissen Schwankungen unterliegen, die sich im ungünstigen Fall gleichgerichtet addieren und dann trotz nominell richtiger Größe zu minderer Passung des Schuhwerks führen können – was der Träger bei der Anprobe zuverlässig erkennen wird. Eine Schuhanpassung ausschließlich auf Basis gemessener Fußlänge und Weite ohne Anprobe und primäres Feedback vom Träger bzw. Probanden - wie hier praktiziert - verzichtet auf diesen Optimierungsprozess und bleibt hinter den Möglichkeiten zurück.

Zudem gibt es Hinweise, dass die Güte der Anpassung durch die heutzutage zur Verfügung stehenden Schuhweiten beschränkt ist und somit der Bedarf an verschiedenen Weiten innerhalb einer Schuhgröße noch nicht befriedigend erfüllt werden kann. So haben neuere Studien gezeigt, dass für die unterschiedlichen Fußtypen mehr Weitenmaße innerhalb einer Schuhgröße erforderlich sind, um jedem eine optimale Passform zu bieten (Krauß 2006, Hofgärtner 2007, Mauch 2007). Auch Henkel (2006) hatte bemängelt, dass das Angebot von Schuhen benötigter Längen-/Weiten-Kombinationen derzeit noch nicht ausreichend sei, sodass „Normalverbraucher“ häufig mangelhaft angepasste Schuhe kaufen müssten.

Weiterhin wurde deutlich, dass Probanden mit den neuen Arbeitsschuhen häufiger Beschwerden angaben, als Probanden mit den Freizeitschuhen: Während beide Gruppen die Passform ihrer neuen Schuhe in gleicher Häufigkeit bemängelten, klagten Probanden mit Arbeitsschuhen zusätzlich noch über Druckstellen, Beschwerden durch die Stahlkappen und Schweißbildung (siehe 3.2.2). Derartige Probleme mit Sicherheitsschuhen wurden auch in anderen Studien erwähnt, dort allerdings mit deutlich größerer Häufigkeit als hier und von nicht speziell angepasstem Schuhwerk (Marr 1993, Lakemeyer et al. 2001, Loch 2003). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Häufigkeit der Beschwerden außer vom Schuhwerk auch von Arbeitsbedingungen, dem Klima, sowie

der Zufriedenheit und persönlichen Einstellung zu körperlichen Beschwerden abhängt. Insofern sind Angaben aus verschiedenen Studien (und somit unterschiedlichen Probandenpopulationen) nur begrenzt vergleichbar.

4.8 Schlussfolgerung

Wie bereits in Abschnitt 4.3 festgestellt, muss die Arbeitshypothese, dass eine optimierte Schuhversorgung über einen Zeitraum von 1-3 Monaten zu einer morphologisch nachweisbaren Veränderung der Fußform führt zugunsten der Nullhypothese verworfen werden. Offen bleibt, ob eine morphologisch nachweisbare Veränderung der Fußform nach 1-3 Monaten tatsächlich noch nicht auftritt, oder unter den hier vorliegenden Rahmenbedingungen nur nicht nachweisbar war.

Das angewendete standardisierte Schuhanpassungsverfahren führte zwar in vielen Fällen zu zufriedenstellenden Ergebnissen, lässt aber dennoch Raum für weitere Optimierung. Bei Füßen unterschiedlicher Weite lässt eine Anpassung auf den Mittelwert anstatt auf den schmäleren Fuß einen besseren Sitz erwarten. Die Längenzugabe sollte insbesondere bei schmalen Füßen begrenzt werden, um auch hier ausreichend Spielraum für eine Schuhversorgung mit schmalen Weiten zu behalten. Schließlich lässt eine Schuhanpassung ausschließlich auf Basis gemessener Fußlänge und –weite die Varianzen anderer Fußdimensionen, des Messverfahrens und der Schuhherstellung außer Acht; bei der Ausgabe des Schuhwerks sollte daher in jedem Fall ein Feedback des Trägers eingeholt und soweit möglich berücksichtigt werden.

Die Einwirkungszeit des neuen Schuhwerks war nicht nur durch die Versuchsdauer und die Liefertermine der Schuhausgabe limitiert, sondern auch dadurch, dass außerhalb der Arbeitszeit weiterhin die eigenen Schuhe getragen wurden. Die Freizeit unterlag somit nicht kontrollierten Bedingungen, was insbesondere

bei kurzer Interventionszeit ein nicht zu vernachlässigender Faktor ist. Beim Design künftiger Studien wäre zu überlegen, wie die Probanden in der Wachzeit noch lückenloser mit definiertem Schuhmaterial versorgt werden könnten. Dabei muss man sich allerdings bewusst sein, dass ein lückenloses Studiendesign die in der vorliegenden Untersuchung beobachteten Compliance-Probleme noch verstärken könnte – was umso mehr die Bedeutung begleitender Compliance fördernder Maßnahmen unterstreicht (siehe 4.1). Zu solchen Maßnahmen gehört neben kontinuierlichen Kontakten zu den Probanden während der Interventionsphase insbesondere auch in der Fußweite optimal angepasstes Schuhwerk. Hier liegen allerdings Anzeichen vor, dass das gängige Mehrweitesystem seitens der Schuhhersteller noch weiter verfeinert werden muss.

Neue Schuhe werden offenbar häufig, obwohl individuell angepasst, als weniger angenehm bzw. bequem empfunden, als eingelaufene. Es kann angenommen werden, dass solche subjektiven Effekte zwar mit der Zeit, d.h. mit dem Einlaufen der neuen Schuhe abklingen, aber umso stärker dominieren, je kürzer die Interventionsphase ist. Bei längeren Interventionszeiten sollten die subjektiven Effekte gegenüber morphologisch nachweisbaren Effekten wieder in den Hintergrund treten.

Bei den Messergebnissen der Fußdimensionen mit dem 3D Scanner waren innerhalb der Probandengruppen zwischen den Messzeitpunkten signifikante Änderungen aufgefallen (siehe 3.3), die auf Einflüsse des Messgeräts oder des Messverfahrens zurückgeführt werden müssen, im Nachhinein aber schwer oder gar nicht reproduzierbar sind. Hier ist eine Gerätekalibrierung unter Realbedingungen zu empfehlen, die Fremdeinflüsse bereits bei oder vor den Messungen erkennen lässt, z.B. durch Vermessung eines in seiner Größe praktisch unveränderlichen Fußmodells unmittelbar vor, während und nach der Messreihe (siehe 4.3).

Bei der Bewertung der Ergebnisse muss man zur Kenntnis nehmen, dass der eingangs der Studie vorliegende vergleichsweise gute Zustand der Probandenfüße (siehe 4.6) keine ideale Ausgangssituation darstellte, und deutliche Rückbildungseffekte zumindest nicht begünstigt hat. In vertiefende Studien sollten vorzugsweise Probanden aus gewerblichen Bereichen mit einem höheren Anteil an Schuhproblemen eingeschlossen werden; auch ein weibliches Probandenkollektiv lässt einen höheren Prozentsatz an „Problemfüßen“ erwarten, der es erlaubt, statistisch signifikante Veränderungen eher zu erfassen.

Obwohl Qualität und Tragekomfort von Arbeitssicherheitsschuhen in den letzten Jahren erheblich verbessert werden konnten, stehen diese infolge funktionaler Notwendigkeiten (z.B. Stahlkappen) immer noch hinter „normalem“ Schuhwerk zurück (siehe 3.2.2). Hier bleibt für die Schuhhersteller noch ein weites Betätigungsfeld.

5 Zusammenfassung

Fußbeschwerden stellen besonders in Bereichen von Handwerk und herstellender Industrie ein weit verbreitetes Problem dar. Häufig wird mangelhaft angepasstes Schuhwerk für pathologische Veränderungen am Fuß verantwortlich gemacht. Vergangene Studien haben gezeigt, dass sich Füße durch korrekte Schuhversorgung wieder erholen und sich Fußdeformitäten durch passgerechtes Schuhwerk zurückbilden können (Henkel 2005, 2006). Da solche Veränderungen jedoch bisher frühestens nach 6 Monaten, bzw. erst nach 1- 4 Jahren beobachtet wurden, wurde im Rahmen dieser Studie der Frage nachgegangen, ob diese Rückbildungen auch schon nach kürzerer Zeit auftreten können. Zudem war zu klären, ob es sich bei möglichen Effekten um morphologisch nachweisbare Veränderungen der Fußform handelt oder um subjektive Veränderungen von Passform und Beschwerden.

In einer kontrollierten Studie trug die Interventionsgruppe über 1-3 Monate individuell angepasste Schuhe. Deren Anpassung erfolgte in Anlehnung an ein von Henkel (2005, 2006) vorgeschlagenes Verfahren. Die Fußlänge wurde mittels 3D-Scanner ermittelt, der Weitenauswahl wurde das technische Ballenumfangmaß von Henkel zugrunde gelegt. In Abhängigkeit von der ermittelten Fußlänge und -weite wurde die jeweils erforderliche Schuhweite einer Maßtabelle entnommen. Die erforderliche Schuhlänge ergab sich aus der Fußlänge zuzüglich einer von der Fußbreite abhängigen Zugabe für die Abrollbewegung des Fußes im Schuh, dem sog. Schubraum. Das hier gewählte Verfahren führt in der Regel zu etwas größeren Längenzugaben als andere gängige Methoden, und wurde gewählt, um deformierten Füßen ausreichend Rückbildungsraum zu geben. Abhängig vom jeweiligen Tätigkeitsbereich erhielten 75% der Probanden der Interventionsgruppe Arbeitssicherheitsschuhe, die anderen wurden mit normalen Schuhen der entsprechenden Größe ausgestattet.

Nach umfangreicher Befragung zur Charakterisierung von Interventions- und Kontrollgruppe und Empfang der angepassten Schuhe protokollierten die Probanden in der 1-3-monatigen Interventionsphase die subjektive empfundene Passform (Schuhlänge und -weite) mit Hilfe einer visuellen Analogskala (VAS), und bewerteten Gesundheitszustand ihrer Füße und Tragekomfort an Hand eines Fragebogens (Bristol Foot Score). Am Anfang und Ende der Interventionsphase wurden die Füße mit einem 3D-Scanner vermessen.

Die Ergebnisse der Fußvermessung mit dem 3D-Scanner zeigten hinsichtlich morphologisch nachweisbarer Veränderung der Fußform über den Beobachtungszeitraum keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probandengruppen. Eine Rückbildung von Fußverformungen konnte somit bei dem gewählten Versuchsdesign im beobachteten Zeitraum von 1-3 Monaten nicht nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der VAS-Protokollierung zeigen hinsichtlich des subjektiven Empfindens der Schuhlänge keine eindeutigen Unterschiede zwischen den Probandengruppen. Bezüglich der Schuhweite berichtete dagegen jeder zweite Proband der Interventionsgruppe - erheblich häufiger als in der Kontrollgruppe - eine Verschlechterung durch die neuen Schuhe, die teils als zu weit, teils als zu eng empfunden wurden. In Übereinstimmung damit ergab die Auswertung über den Gesundheitszustand der Füße mittels Bristol Foot Score eine signifikante Verschlechterung des subjektiven Fußempfindens mit den neuen Schuhen.

Dieses Phänomen wird einerseits als Indiz für den während der relativ kurzen Interventionszeit noch nicht abgeschlossenen Anpassungsprozess („Einlaufen“) interpretiert, und andererseits zurückgeführt auf das gewählte Schuhanpassungsverfahren. Dieses begrenzt durch reichliche Längenzugabe den Spielraum für die Anpassung an schmale Füße, und liefert zudem bei ungleichen Fußweiten eher knapp sitzende Schuhe. Für eine optimale Schuhanpassung wird empfohlen, neben der Vermessung von Fußdimensionen auch das initiale

Feedback der Probanden über die subjektiv empfundene Passung der neuen Schuhe zu berücksichtigen.

Wie bereits in vergleichbaren Studien, klagten Probanden mit Arbeitsschuhen häufiger über mangelnden Fußkomfort als solche mit den nach gleicher Methode angepassten Freizeitschuhen, was auf Bedarf nach weiterer Optimierung der Fußbekleidung am Arbeitsplatz hinweist.

6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht über die Gesamtstichprobe	13
Abbildung 2: Bestimmung der Fußlänge	18
Abbildung 3: Bestimmung der Zehenlänge	18
Abbildung 4: Bestimmung der Ballenlänge	19
Abbildung 5: Bestimmung der Ballenbreite	19
Abbildung 6: Bestimmung des Ballenwinkels	20
Abbildung 7: Bestimmung des Ballenumfangs	20
Abbildung 8: Bestimmung der Spannhöhe	21
Abbildung 9: Bestimmung der Fersenbreite	21
Abbildung 10: Beispiel Boxplot-Diagramm	26
Abbildung 11: Beispiel Liniendiagramm	27
Abbildung 12: Tragezeit der neuen Schuhe	31
Abbildung 13: Veränderung der subjektiven Schuhlänge	36
Abbildung 14: Veränderung der subjektiven Schuhweite	37
Abbildung 15: Veränderung der subjektiven Fußbeschwerden zwischen den Gruppen	38
Abbildung 16: Veränderung der subjektiven Fußbeschwerden innerhalb der Gruppen	39
Abbildung 17: Lokalisation des Primärschmerzes	41

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zugabenregelung in Abhängigkeit der Fußweite	22
Tabelle 2: Ergebnis der Schuhanpassung.....	23
Tabelle 3: Altersverteilung der Probanden	28
Tabelle 4: Sicherheitsschuhträger und Tätigkeitsbereiche	29
Tabelle 5: Gehende, stehende, sitzende Tätigkeit in %	30
Tabelle 6: Drop Outs nach Ausschlussgründen	30
Tabelle 7: Beschwerden mit den neuen Schuhen (Mehrfachantwort möglich) .	32
Tabelle 8: Veränderung der Fußmaße	33
Tabelle 9: Veränderung der subjektiven Schuhlänge	35
Tabelle 10: Veränderung der subjektiven Schuhweite	37

8 Abkürzungsverzeichnis

BFS	Bristol Foot Score
BWS	Brustwirbelsäule
CRF	Case Report Form
DO	Drop outs
EG	Ellenbogengelenk
HWS	Halswirbelsäule
I-Gruppe	Interventionsgruppe
KO-Gruppe	Kontrollgruppe
LWS	Lendenwirbelsäule
M1	Messtag 1
M2	Messtag 2
n.s.	nicht signifikant
VAS	Visuelle Analogskala

9 Literaturverzeichnis

1. Aitken RC (1969). Measurement of feeling using visual analogue scales. *Proc R Soc Med.* 62(10): 989-993.
2. Barnett CH (1962). The normal orientation of the human hallux and the effect of footwear. *J. Anat.* 96(4): 489-494.
3. Barnett S, Campbell R, Harvey I (2005). The Bristol Foot Score. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 95(3): 264-272.
4. Benvenuti F, Ferrucci L, Guralnik JM, Gangemi S, Baroni A (1995). Foot pain and disability in older people. An epidemiologic survey. *Journal of the American Geriatrics Society* 43(5): 479-484.
5. Burry HS (1957). Effects of shoes on hallux valgus: a significant case study. *Satra research report R.R 147.*
6. Eibl M (2003). Fußmessverfahren im Visier. *Orthopädieschuhtechnik* 11: 32-41.
7. Fauno P, Kalund S, Andreasen I, Jorgensen U (1993). "Soreness in lower extremities and back is reduced by use of shock absorbing heel inserts". *International journal of sports medicine* 14(5): 288-290.
8. Ferraz MB, Quaresma MR, Aquino LR, Atra E, Tugwell P, Goldsmith CH (1990). Reliability of pain scales in the assessment of literate and illiterate patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol.* 17(8): 1022-1024.
9. Flynn D, van Schaik P, van Wersch A (2004). A comparison of multi-item likert and visual analogue scales for the assessment of transactionally defined coping function. *European Journal of Psychological Assessment* 20(1): 49-58.
10. Franklin ME, Chenier TC, Brauninger L, Cook H, Harris S (1995). "Effect of positive heel inclination on posture". *The journal of orthopaedic and sports physical therapy* 21(2): 94-99.
11. Frey C (2000). Foot health and footwear for women. *Clin Orthop* 372(3): 32-44.
12. Garrow AP, Silman AJ, Macfarlane GJ (2004). The Cheshire foot pain and disability survey: a population survey assessing prevalence and association. *Pain* 110: 378-84.

13. Gift AG (1989). Visual Analogue Scales: Measurement of a subjective phenomena. *Nursing Research* 38(5): 286-288.
14. González JC, Alcántara E, Bataller A, García AC (2001). Physiological and subjective evaluation of footwear thermal response over time. *Proceeding of the 5th Symposium on Footwear Biomechanics, Zürich.*
15. Grobecker C, Krack-Roberg E, Sommer B (2008). Bevölkerungsentwicklung 2006. Statistisches Bundesamt: *Wirtschaft und Statistik* 1: 39-51.
16. Hawke F, Burns J, Radford JA, du Toit V (2008). Custom made foot orthoses for the treatment of foot pain. *Cochrane Database Syst Rev.* 3: 1-39.
17. Henkel KG (2004). Bundesrepublik Deutschland - Urkunde über die Erteilung des Patents Nr. 19809298, München.
18. Henkel KG (2005). Bundesrepublik Deutschland - Urkunde über die Erteilung des Patents Nr. 19752556, München.
19. Henkel KG (2006). *Biographie des Fußes.* Geislingen (Steige): Maurer.
20. Hill CT, Gill TK, Menz HB, Taylor AW (2008). Prevalence and correlates of foot pain in population-based study: the North West Adelaide health study. *J Foot Ankle Res.* 1(2): 1-7.
21. Hofgärtner C (2007). *Evaluierung der Fußmaße von Industriearbeitern mittels 3 D- Scan unter Berücksichtigung von Fußfehlstellungen.* Universität Tübingen, Dissertation.
22. Joyce CRB, Zutshi DW, Hrubes V, Mason RM (1975). Comparison of fixed interval and Visual Analogue Scales for rating chronic pain. *Europ. J. clin Pharmacol.* 8: 415-420.
23. Jung S, Lee S, Boo J, Park J (2001). A classification of foot types for designing footwear of Koreanelderly. *Proceeding of 5th Symposium on Footwear Biomechanics, Zürich.*
24. Jürgens HW, Aune IA, Pieper U (1998). *Internationaler anthropometrischer Datenatlas.* Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.
25. Knowels FW (1953). Effects of shoes on foot form: an anatomical experiment. *Med. J. Aust.* 1: 579-581.

26. Krauß I (2006). Frauenspezifische Laufschuhkonzeption. Eine Betrachtung aus klinischer, biomechanischer und anthropometrischer Sicht. Universität Tübingen, Dissertation.
27. Kristen H (2004). Zur Passform von Schuhen. Orthopädieschuhtechnik 9: 10-18.
28. Lakemeyer M, Milazar S, Drexler H (2001). Sicherheitsschuhe – ein möglicher Auslöser von Beschwerden am Bewegungsapparat? Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergometrie 51: 190-191.
29. Loch S (2003). Prävalenz von Erkrankungen am Bewegungsapparat bei Sicherheitsschuhträgern. Universität Aachen, Dissertation.
30. Madeleine P, Voigt M, Arendt-Nielsen L (1998). Subjective, physiological and biomechanical responses to prolonged manual work performed standing on hard and soft surfaces. European journal of applied physiology and occupational physiology 77: 1-9.
31. Maier E (2001). Kinderschuhe. In Baumgartner R, Stinus H. Die orthopädische Versorgung des Fußes. Stuttgart: Thieme 3: 210-216.
32. Marr SJ, Quine S (1993). Shoe concerns and foot problems of wearers of safety footwear. Occup. Med 43: 73-77.
33. Mauch M (2007). Kindliche Fußmorphologie. Ein Typisierungsmodell zur Erfassung der dreidimensionalen Fußform im Kindesalter. Universität Chemnitz, Dissertation.
34. McWorther JW, Wallmann H, Landers M, Altenburger B, LaPorta-Krum L, Altenburger P (2003). The effects of walking, running and shoe size on foot volumetrics. Physical Therapy in sport 4: 87-92.
35. Menz HB, Morris ME (2005). Footwear characteristics and foot problems in older people. Gerontology 51: 346-351.
36. Niehthard FU, Pfeil J (2003). Orthopädie. Georg Thieme Verlag 4: 539-570.
37. Rabl CRH, Nyga W (1994). Orthopädie des Fußes. Stuttgart: Enke 7: 7-200.
38. Reips UD, Funke F (2008). Interval- level measurement with visual analogue scales in internet- based research: VAS Generator. Behavior Research Methods 40(3): 699-704.

39. Rossi WR, Tennant R (1984). Professional shoe fitting. New York: Pedorthic footwear association.
40. Rössler H, Rütter W (2000). Orthopädie. Urban & Fischer Verlag München 18: 304-323.
41. Sachithanandam V, Joseph B (1995). The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A Survey of 1846 skeletally mature persons. The journal of bone and joint surgery 77(2): 254-257.
42. Spahn G, Schiele R, Hell AK, Klinger HM, Jung R, Langlotz A (2004). Die Prävalenz von Beschwerden und Deformierungen des Fußes bei Adoleszenten. Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzwerte 142: 389-396.
43. Stracker O (1966). Kinderfuß und Kinderschuh. Archiv für orthopädische und Unfall- Chirurgie 59: 286-294.
44. Tiplady B, Jackson SH, Maskrey VM, Swift CG (1998). Validity and sensitivity of visual analogue scales in young and older healthy subjects. Age Ageing 27: 63-66.
45. Tsung BY, Zhang M, Fan YB, Boone DA (2003). Quantitative comparison of plantar foot shapes under different weight-bearing conditions. Journal of Rehabilitation Research and Development 40(6): 517-526.
46. Witthöft H (1998). Georgius Agricola (1494-1555) über Maß und Gewicht – in der Antike und in seiner Zeit. <http://www-user.tu-chemnitz.de/~fna/03witthoeft.pdf>.
47. Wülker N (2005). Orthopädie und Unfallchirurgie. Georg Thieme Verlag.

10 Anhang

10.1 CRF, Case Report Form Messtag 1

-1-

Probandennummer	Messtag
_____	_____



Geschlecht: männlich weiblich
 Größe [cm]: Gewicht [kg]:
 BMI [kg/m²]: Alter:
 Nationalität: _____

Station I: Schuhbericht [PFI] und manuelle Fußvermessung [PFI]

	Arbeitsschuh		Freizeitschuh	
Passen die Schuhe? ³	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>

Station II: Anamnese / Befund / Fragebögen [Krauß]

Station III: Fuß-Scan [PFI]

	Links	Rechts
Scan PFI erfolgreich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Station IV: Fuß-Scan [Tübingen]

	Links	Rechts
Scan Tübingen erfolgreich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Randomisierung	Intervention	Kontrolle
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tragetagebuch ausgegeben und erläutert

Fußpflegetermin ausgemacht Datum: _____ Uhrzeit: ____ : ____

Station V: Anthropometrische Maße [Henkel]

Anmerkungen:

-2-

Probandennummer	Messtag	Uhrzeit
_____	_____	_____

Station II: Berufliche und klinische Anamnese / Befund [Krauß]:

Tätigkeitsbericht

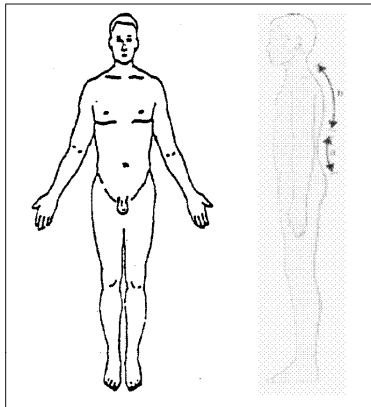
Wie lange wird diese Tätigkeit schon ausgeübt? _____ Jahre

Beschäftigungsgrad: _____ %

Tätigkeitsbereich:

- | | | |
|---|--|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Vertrieb (Büro) | <input type="checkbox"/> Modellierung (Pult) | <input type="checkbox"/> _____ |
| <input type="checkbox"/> Versand (Lager) | <input type="checkbox"/> Administration (PC) | <input type="checkbox"/> _____ |
| <input type="checkbox"/> Herstellung (Fabrik) | <input type="checkbox"/> _____ | |
| <input type="checkbox"/> Stehen ___ % | <input type="checkbox"/> Drehbewegungen | <input type="checkbox"/> _____ |
| <input type="checkbox"/> Gehen ___ % | <input type="checkbox"/> gebeugte Arbeitshaltung | <input type="checkbox"/> _____ |
| <input type="checkbox"/> Sitzen ___ % | <input type="checkbox"/> Hebearbeiten | |

Gelenk-/Rückenschmerzen:



1. Hauptschmerz:

2.

3.

Anmerkungen:

-3-

Probandennummer	Messtag	Uhrzeit
_____	_____	_____

Klinische Untersuchung

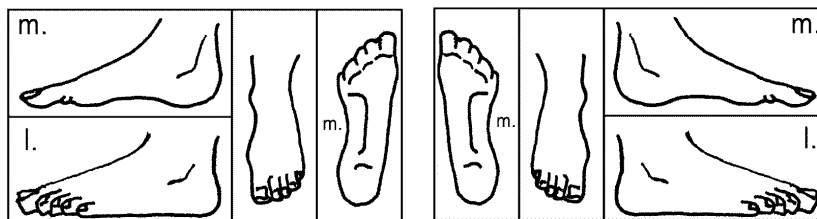
Messgröße						
Beinachse	Rectus	Varus [mm]			Valgus [mm]	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> _____			<input type="checkbox"/> _____	
Rückfußachse	Rectus	Varus			Valgus	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	
Zehenform ⁴	links			rechts		
	1	2	3	1	2	3
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Knick-Senkfuß	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Plattfuß	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Hohlfuß	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Spreizfuß	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Hallux valgus ⁵	Ja <input type="checkbox"/>	Exostose <input type="checkbox"/>	Drehung <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/>	Exostose <input type="checkbox"/>	Drehung <input type="checkbox"/>
Hammerzehen	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Digitus quintus	super <input type="checkbox"/> angelehnt <input type="checkbox"/> sub <input type="checkbox"/>			super <input type="checkbox"/> angelehnt <input type="checkbox"/> sub <input type="checkbox"/>		
Varizen	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		

Sonstige Auffälligkeiten : _____

Fußbefund⁶

Linker Fuss

Rechter Fuss



Anmerkungen:

⁴ Erläuterung Zehenform:

1: ägyptisch (1. Zeh am längsten); 2: griechisch (2. Zeh am längsten); 3: quadratisch (1. und 2. Zeh am längsten)

⁵ bei Vorliegen von Krallenzehen oder Hallux valgus, die die Fußlänge pathologisch verkürzen, wird die erforderliche Zugabe um 5 mm erhöht, um dem „gepeinigten“ Fuß mehr Raum zu lassen

⁶ Abkürzungen Fußbefund:

HH: Hornhaut – **HHA:** primär, **HHB:** sekundär; **HA:** Hühnerauge; **BN:** blauer Nagel; **HZ:** Hammerzehe

-4-

Probandennummer	Messtag	Uhrzeit
_____	_____	_____

VAS Subjektive Passform

Passt Ihnen der Schuh auf einer Seite immer besser, als auf der anderen? **ja**

Wenn ja, dann füllen Sie die VAS für die Seite aus, bei der die Schuhe nicht so gut passen!

		optimal		
viel zu kurz	●	—	●	viel zu lang
		Arbeits Schuhlänge		
viel zu eng	●	—	●	viel zu weit
		Arbeits Schuhweite		
viel zu kurz	●	—	●	viel zu lang
		Freizeit Schuhlänge		
viel zu eng	●	—	●	viel zu weit
		Freizeit Schuhweite		

Anmerkungen:

-5-



Probandennummer _____

Checkliste:

- | | | |
|---|--|--|
| Einverständniserklärung erfolgt? <input type="checkbox"/> | | |
| Probandenakte vollständig <input type="checkbox"/> | | Scan Tübingen durchgeführt <input type="checkbox"/> |
| Fußscore ausgefüllt <input type="checkbox"/> | | Scan PFI durchgeführt <input type="checkbox"/> |
| Manuelle Maße erhoben <input type="checkbox"/> | | Schuhanpassung erfolgt <input type="checkbox"/> |
| Fußpflege erfolgt? <input type="checkbox"/> | | Datum: <input type="checkbox"/> Fotografie: <input type="checkbox"/> |
| Konfektionsschuhe ausgegeben <input type="checkbox"/> | | Sicherheitsschuhe ausgegeben <input type="checkbox"/> |

Datum, Studienleitung

Schuhversorgung

	rechts			links		
Weitengruppenzuteilung S. 5	S <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>
Zugabenregelung [mm]	16-17	15	13	16-17	15	13
Sonderzugabe Deformität ¹	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Resultierende Zugabe ²						
Resultierende Schuhgröße						

Wichtige Termine

	Datum	Uhrzeit
Fußpflege		
Ausgabetermin der Schuhe (sofern Intervention)		
Termin Messtag ²		

Datenverarbeitung Probandenakte

Eingabe I Datum: _____ Unterschrift: _____
 Eingabe II Datum: _____ Unterschrift: _____

¹ Hallux- oder Krallenzehe: bei vorliegender Pathologie (vgl. S. 3) wird eine Sonderzugabe von 5mm addiert

² Prozedere bei Seitendifferenzen: Der größere Fuß gibt die Schuhlänge vor.

10.2 CRF, Case Report Form Messtag 2

-1-

Probandennummer	Messtag	Uhrzeit
_____	_____	_____

Station I: Schuhbericht [PFI] und manuelle Fußvermessung [PFI]

Station II: Anamnese / Befund / Fragebögen

Station III: Fuß-Scan [PFI]

	Links	Rechts
Scan PFI erfolgreich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Station IV: Fuß-Scan [Tübingen]

	Links	Rechts
Scan Tübingen erfolgreich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Station V: Anthropometrische Maße [Henkel]

Anmerkungen:

-2-

Probandennummer	Messtag	Uhrzeit
_____	_____	_____

Station II: Berufliche und klinische Anamnese / Befund:***Tätigkeitsbericht***

Haben sich im vergangenen Jahr Änderungen am Arbeitsplatz ergeben?

Beschäftigungsgrad: von ehemals _____ % auf heute _____ %

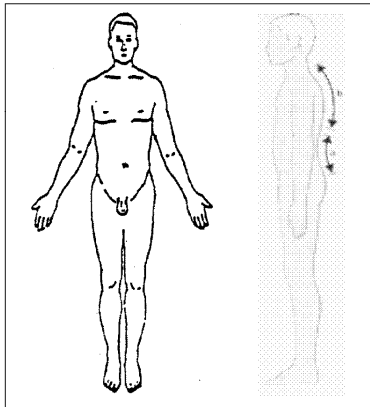
Arbeitsplatz: von ehemals _____ auf heute _____

Tätigkeitsform (Veränderung der Arbeitshaltung):

Gelenk -/Rückenschmerzen:Hatten Sie **in den vergangenen Monaten (nach M1)** Beschwerden am Bewegungsapparat, auf Grund derer Sie den Arzt besucht haben bzw. der Arbeit fernbleiben mussten?nein ja

wenn ja, wann:

wie lange:



1. Hauptschmerz:

2.

3.

Anmerkungen:

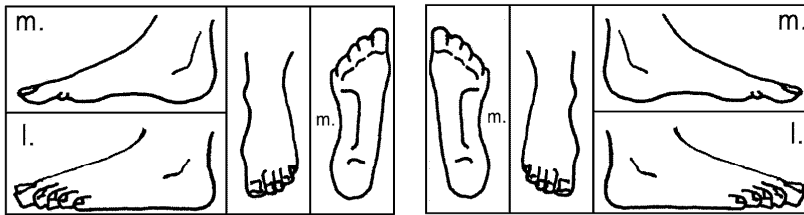
-3-

Probandennummer _____	Messtag _____	Uhrzeit _____
--------------------------	------------------	------------------

Fußbefund³

Linker Fuß

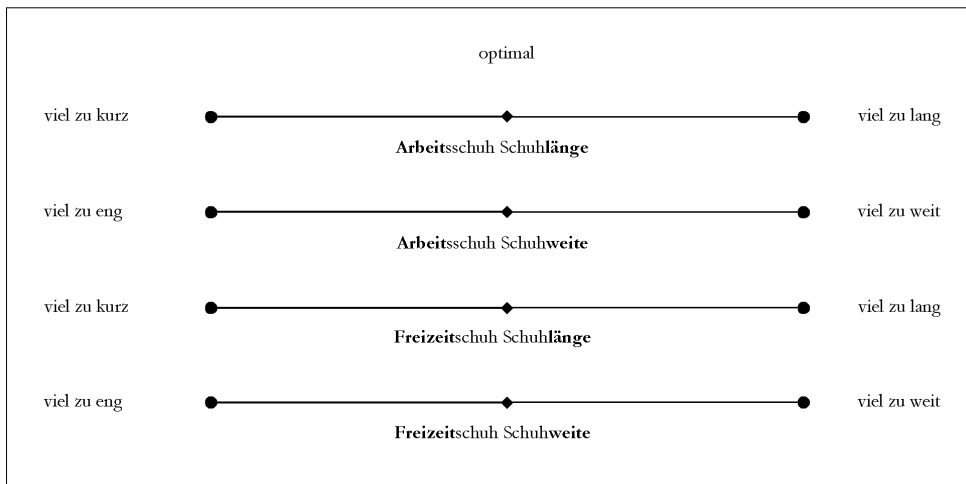
Rechter Fuß



Sofern Intervention: Druckstellen o. ä. durch angepasstes Schuhwerk? Bitte markieren!

VAS Subjektive Passform

Sofern Interventionsschub, Schuh umklingeln



Anmerkungen:

³ *Abkürzungen Fußbefund:*

HH: Hornhaut – **HHa:** primär, **HHB:** sekundär; **HA:** Hühnerauge; **BN:** blauer Nagel; **HZ:** Hammerzehe

-4-

Probandennummer	Messtag	Uhrzeit
_____	_____	_____

Abschnitt V: Anthropometrische Maße [Henkel]

Messgröße	links								rechts							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Handmessung ⁴																
Handlänge [cm]	Rückhand			Finger			Gesamt		Rückhand			Finger			Gesamt	
Ellenmessung [cm]																
Empfohlene Schuhgröße																
Fußlänge ⁵ manuell [cm]	A				B				A				B			
Ballenumfang [cm]																

Bemerkungen:

⁴ Ziffernzuordnung Handmessung:

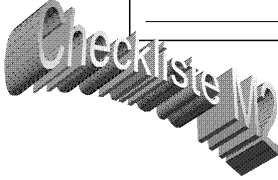
1: super schmal; 2: schmal schlank; 3: schmal; 4: mittel schmal; 5: mittel; 6: mittel stabil; 7: breit; 8: breit stabil

⁵ Manuelle Fußvermessung:

A: direkt nach dem Ausziehen der Schuhe; B: nach der Gesamtmessung und nach Treppen gehen

-5-

Probandennummer	Messtag	Uhrzeit
_____	_____	_____



Checkliste:		
Gruppenzuteilung	<input type="checkbox"/> Intervention	<input type="checkbox"/> Kontrolle
Schuhanpassung erfolgt	<input type="checkbox"/> Datum _____	
Anmerkungen zur Interventionsphase:		
Passform: _____		

Sonstiges: _____		

Trainingstagebuch vollständig	<input type="checkbox"/>	
Anmerkungen zum Trainingstagebuch:		

Probandenakte vollständig	<input type="checkbox"/>	Scan Tübingen durchgeführt <input type="checkbox"/>
Fußscore ausgefüllt	<input type="checkbox"/>	Scan PFI durchgeführt <input type="checkbox"/>
Manuelle Maße erhoben	<input type="checkbox"/>	

Datum, Studienleitung		

Schuhversorgung

	Empfehlung			Ausgabe		
	S <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>
Weitengruppenzuteilung S. 5	S <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>	S <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	B <input type="checkbox"/>
Zugabenregelung [mm]	16-17	15	13	16-17	15	13
Sonderzugabe Deformität ¹	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Resultierende Zugabe ²						
Resultierende Schuhlänge						
Resultierende Schuhweite						

¹ Hallux- oder Krallenzehen: bei vorliegender Pathologie (vgl. S. 3) wird eine Sonderzugabe von 5mm addiert

² Prozedere bei Seitendifferenzen: Der größere Fuß gibt die Schuhlänge vor.

10.3 Bristol Foot Score

Bristol Foot Score		
<p>1. Beeinträchtigen Probleme mit Ihren Füßen Ihre Bereitschaft das Haus zu verlassen, um Freunde oder Familie zu besuchen?</p> <p><input type="radio"/> Das betrifft mich nicht, da ich dies nicht in Erwägung ziehe</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind kein Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein geringes Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein mäßiges Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein großes Problem</p> <p>2. Beeinträchtigen Sie Probleme mit Ihren Füßen beim Einkaufen gehen?</p> <p><input type="radio"/> Das betrifft mich nicht, da ich dies nicht in Erwägung ziehe</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind kein Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein geringes Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein mäßiges Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein großes Problem</p> <p>3. Beeinträchtigen Sie Probleme mit Ihren Füßen beim Stehen?</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind kein Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein geringes Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein mäßiges Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein großes Problem</p> <p>4. Beeinträchtigen Sie Probleme mit Ihren Füßen beim Gehen auf unebenem oder steinigem Boden?</p> <p><input type="radio"/> Das betrifft mich nicht, da ich dies nicht Erwägung ziehe</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind kein Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein geringes Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein mäßiges Problem</p> <p><input type="radio"/> Meine Füße sind ein großes Problem</p>	<p>5. Wie sehr haben Ihre Füße in den letzten 2 Wochen geschmerzt?</p> <p><input type="radio"/> nicht schmerzhaft</p> <p><input type="radio"/> sehr wenig schmerzhaft</p> <p><input type="radio"/> ein bisschen schmerzhaft</p> <p><input type="radio"/> mäßig schmerzhaft</p> <p><input type="radio"/> stark schmerzhaft</p> <p><input type="radio"/> sehr stark schmerzhaft</p> <p>6. Wie oft haben Sie Ihre Füße in den letzten 2 Wochen bewusst gespürt?</p> <p><input type="radio"/> nie</p> <p><input type="radio"/> selten</p> <p><input type="radio"/> manchmal</p> <p><input type="radio"/> oft</p> <p><input type="radio"/> die meiste Zeit</p> <p><input type="radio"/> immer</p> <p>7. Wie oft haben Sie in den letzten 2 Wochen gedacht, dass Sie die Nase voll haben von ihren Füßen?</p> <p><input type="radio"/> nie</p> <p><input type="radio"/> selten</p> <p><input type="radio"/> manchmal</p> <p><input type="radio"/> oft</p> <p><input type="radio"/> die meiste Zeit</p> <p><input type="radio"/> immer</p> <p>8. Wie oft haben Sie in den letzten 2 Wochen Bedenken gehabt, dass Ihre Füße schlechter werden?</p> <p><input type="radio"/> nie</p> <p><input type="radio"/> selten</p> <p><input type="radio"/> manchmal</p> <p><input type="radio"/> oft</p> <p><input type="radio"/> die meiste Zeit</p> <p><input type="radio"/> immer</p> <p>9. Haben Sie in den letzten 2 Wochen einmal gedacht, dass Ihre Füße nicht zu Ihnen gehören?</p> <p><input type="radio"/> nein</p> <p><input type="radio"/> manchmal</p> <p><input type="radio"/> ja</p>	<p>10. Haben Sie in den letzten 2 Wochen aufgrund Ihrer Füße Schlafprobleme gehabt?</p> <p><input type="radio"/> nein</p> <p><input type="radio"/> selten</p> <p><input type="radio"/> ja manchmal</p> <p><input type="radio"/> ja oft</p> <p><input type="radio"/> Ja sehr oft</p> <p>11. Ist es Ihnen in den letzten 2 Wochen leicht gefallen, Ihre Schuhe anzuziehen?</p> <p><input type="radio"/> immer</p> <p><input type="radio"/> oft</p> <p><input type="radio"/> manchmal</p> <p><input type="radio"/> selten</p> <p><input type="radio"/> nie</p> <p>12. Wie oft konnten Sie in den letzten 2 Wochen die Schuhe anziehen, die Sie wollten?</p> <p><input type="radio"/> immer</p> <p><input type="radio"/> meistens</p> <p><input type="radio"/> oft</p> <p><input type="radio"/> manchmal</p> <p><input type="radio"/> selten</p> <p><input type="radio"/> nie</p> <p>13. Wenn Preis keine Frage wäre, wie leicht könnten Sie passende Schuhe finden?</p> <p><input type="radio"/> sehr leicht</p> <p><input type="radio"/> leicht</p> <p><input type="radio"/> schwierig</p> <p><input type="radio"/> sehr schwierig</p> <p>14. Wie würden Sie allgemein, den Gesundheitszustand Ihres Fußes beschreiben?</p> <p><input type="radio"/> ausgezeichnet</p> <p><input type="radio"/> sehr gut</p> <p><input type="radio"/> gut</p> <p><input type="radio"/> mittelmäßig</p> <p><input type="radio"/> schlecht</p> <p>15. Wie würden Sie Ihren allgemeinen Gesundheitszustand beschreiben?</p> <p><input type="radio"/> ausgezeichnet</p> <p><input type="radio"/> sehr gut</p> <p><input type="radio"/> gut</p> <p><input type="radio"/> mittelmäßig</p> <p><input type="radio"/> schlecht</p>

10.4 Tragetagebuch

- 1 -

Tragetagebuch



Probandennummer

<u>bitte nicht ausfüllen!</u>	
<u>Gruppenzuordnung:</u>	<i>Intervention</i>
<u>Datum Messtag 2:</u>	<u>Uhrzeit Messtag 2:</u>
<u>Tragebuch vollständig?</u>	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Anmerkungen: _____	

Sehr geehrter Studienteilnehmer,

bitte nehmen Sie sich am Ende jeder Woche 3 Minuten Zeit, um diesen Fragebogen auszufüllen. Einen Teil der Fragen kennen Sie schon von der Messung bei Fagus. Die Fragen beziehen sich immer auf die vergangene Woche, versuchen Sie für diesen Zeitraum, die Tragedauer der einzelnen Schuhe (Arbeitsschuhe, Freizeitschuhe und sonstige Schuhe). Versuchen Sie bitte, die von uns gestellten Schuhe so oft wie möglich zu tragen. Sollten Sie mit den Schuhen Probleme haben, so wenden Sie sich bitte umgehend an Herrn Topp (Fa. Fagus).

Vielen Dank für Ihre Teilnahme und Mithilfe!

- 2 -

Tragetagebuch

Woche 1: bitte nach einer Woche Tragezeit ausfüllen!VAS Subjektive Passform

		optimal	
viel zu kurz	●	—	●
		Arbeits Schuhlänge	
viel zu eng	●	—	●
		Arbeits Schuhweite	
viel zu kurz	●	—	●
		Freizeitschuh Schuhlänge	
viel zu eng	●	—	●
		Freizeitschuh Schuhweite	
			viel zu lang
			viel zu weit

Hatten Sie Probleme mit neuen Arbeitsschuhen? ja nein

Wenn ja, welche _____

Hatten Sie Probleme mit den neuen Freizeitschuhen? ja nein

Wenn ja, welche? _____

Tragedauer

Wie viele Stunden haben Sie diese Woche die Arbeitsschuhe getragen? _____ Stunden

Wie viele Stunden haben Sie diese Woche die Freizeitschuhe getragen? _____ Stunden

Wie viele Stunden haben Sie diese Woche andere Schuhe getragen? _____ Stunden

Haben Sie sonstiges Anmerkungen? ja nein

Wenn ja, welche? _____

Anm.: Identische Bögen für die Wochen 2-12

11 Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. T. Horstmann, in dessen Abteilung ich die vorliegende Arbeit ausführen durfte, möchte ich meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Besonders danke ich Frau Dr. rer. soc. Inga Krauß, die mir als Betreuerin meiner Arbeit stets mit wertvollen Ratschlägen zur Seite stand.

Weiter möchte ich allen Beschäftigten der Abteilung Sportmedizin des Universitätsklinikums Tübingen für die Unterstützung danken.

Mein Dank gilt auch der Fa. Fagus, insbesondere Herrn Claus Topp und Herrn Haymo Bertram für die Probandenrekrutierung und Organisation der Messungen vor Ort sowie der Fa. Bata GmbH und der Fa Ecco Schuhe GmbH für die Ausgabe der Arbeits- bzw. Freizeitschuhe.

Frau Monika Richter vom Prüfungs- und Forschungsinstitut Pirmasens (PFI) und Herrn Orthopädieschuhmacher Karl-Georg Henkel danke ich für die Unterstützung und Mitwirkung an den Messtagen.

12 Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Andrea Katharina Gerst

Geburtsdatum/-ort: 29.06.1979 in Erlangen

Schulbildung:

1986- 1999 Freie Waldorfschule Mannheim

Juni 1999 Abitur

Beruflicher Werdegang:

Vorpraktikum:

- Oktober 1999 bis September 2000: Freiwilliges Soziales Jahr in der Universitätsklinik Heidelberg (Abteilung: Gynäkologie und Kardiologie)
- Oktober 2000 bis März 2001: Praktikum in der St. Hedwig-Klinik Mannheim (Abteilung: Gynäkologie)

Ausbildung:

- April 2001 bis März 2004: Ausbildung zur Physiotherapeutin an der SRH Schule in Karlsruhe, Abschluss: Staatsexamen
- Mai 2004 bis Februar 2009: Mitarbeit in einer Praxis für Physiotherapie in Tübingen

Hochschulausbildung:

- April 2004 bis August 2009: Medizinstudium an der Universität Tübingen; 2006 Physikum
- August 2009 bis Juli 2010: Praktisches Jahr an der Universität Leipzig
- 20.Mai 2011: Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung