

# **Medizinische Bewertung von Schuhen über Beinorthesen mit Boa®-Verschlussystem der Firma Schein Orthopädie Service KG**

## **Inhalt**

Tabellenverzeichnis .....	2
Abkürzungsverzeichnis.....	3
1. Einleitung .....	4
2. Methoden .....	5
2.1.Probanden .....	5
2.2.Gerät	5
2.3.Protokoll und Durchführung.....	7
2.4.Messparameter.....	8
2.5.Statistische Auswertung .....	8
3. Ergebnisse .....	9
3.1.Anamneseparameter .....	9
3.2.Ganganalyseparameter .....	9
4. Diskussion .....	11
5. Literaturverzeichnis .....	12
6. Anlage .....	14

## Tabellenverzeichnis

<u>Tabelle 1: Deskriptive Statistik der untersuchten Probanden</u> .....	5
<u>Tabelle 2: Vergleich der Produktmerkmale der Testmodelle</u> .....	6
<u>Tabelle 3: deskriptive Statistik der Anamneseparameter</u> .....	8
<u>Tabelle 4: deskriptive Statistik und Signifikanzen der Ganganalyseparameter</u> .....	8

## Abkürzungsverzeichnis

Fl re - Fußlänge rechts

Fl li - Fußlänge links

aDEl - aktive Dorsalextension links

aDEr - aktive Dorsalextension rechts

pDEl - passive Dorsalextension links

pDEr - passive Dorsalextension rechts

aPFl - aktive Plantarflexion links

aPFr - aktive Plantarflexion rechts

pPFl - passive Plantarflexion links

pPFr - passive Plantarflexion rechts

SGP - Sprunggelenkswinkel

SGW\_IC - Sprunggelenkswinkel beim initialen Kontakt

SGW\_HO - Sprunggelenkswinkel bei der Fersenablösung (heel off)

SGW\_TO - Sprunggelenkswinkel bei der Zehenablösung (toe off)

GLL - Ganglinienlänge

sABW - seitliche Abweichung

FR - Fußrotation

## 1. Einleitung

Bei „Schuhen über Beinorthesen“, auch als Orthesenschuhe bezeichnet, handelt es sich um konfektionierte Therapieschuhe. Sie sind ein anerkanntes Hilfsmittel. Modelle verschiedener Hersteller sind im GKV-Hilfsmittelverzeichnis in der Produktgruppe 31 Schuhe gelistet (31.03.03.7...) (Baumgartner, Möller, & Stinus, 2013; GKV, 2016).

Muss ständig eine Orthese mit Fußteil getragen werden, passen diese häufig nicht in einen auf dem Markt erhältlichen konfektionierten Schuh. Hier bieten Orthesenschuhe ausreichend Volumen, um den Fuß mit Orthese aufzunehmen. Die Versorgung erfolgt paarig oder unpaarig. Bei einer unpaarigen beziehungsweise einseitigen Versorgung wird die kontralaterale Seite mit einem konfektionierten Schuh versorgt, der in Form und Ausführung dem Ortheschuh entspricht.

Orthesenschuhe sind stabiler als ein Normalschuh gearbeitet. Sie verfügen über eine vergrößerte Auftrittsfläche, einen stabilen Schaft mit einer festen Hinterkappe, sind weit zu öffnen und werden über verschiedene Verschlussysteme (Schnürung, Klettverschluss, Boa®-Verschlusssystem) geschlossen und individuell angepasst (GKV, 2016).

Der Großteil der Orthesenschuhe der Firma Schein Orthopädie Service KG ist bereits im Hilfsmittelverzeichnis des GKV-Spitzenverbandes eingetragen (Positionsnummer 31.03.03.7001). Wie gefordert verfügen diese Orthesenschuhe über eine vergrößerte Auftrittsfläche, einen stabilen Schaft mit einer festen Hinterkappe, sind weit zu öffnen und werden über verschiedene Verschlussysteme (Schnürung, Klettverschluss, Boa®-Verschlusssystem) geschlossen und individuell angepasst. Zum Schutz der Zehen sind die Schuhe zusätzlich mit einer stabilen Vorderkappe ausgerüstet. Die Sohlen der Schuhe sind für Zurichtungen geeignet. Die Versorgung erfolgt paarig oder unpaarig. Die kontralateralen Seite wird mit einem Schuh im entsprechenden Design versorgt, der im Hinblick auf Größe und/ oder Weite variiert. Um einen Fuß mit Orthese aufzunehmen, bieten die Orthesenschuhe ausreichend Weite. Es werden bis zu 4 unterschiedliche Weiten (TN5, TN8, TN9 und TN12) angeboten. Die hierbei hinterlegten Qualitätsmerkmale haben sich nach §139 SGB V bewährt und werden in den neugetesteten Orthesenschuhen fortgeführt, um dem Wirtschaftlichkeitsprinzip entsprechend, eine lange Nutzungsdauer zu gewährleisten.

In dieser Studie werden zwei Orthesenschuhe mit unterschiedlichen Verschlusssystemen in Bezug auf ihren Einfluss auf den Gang untersucht. Der Schuh für den ersten Testdurchgang ist mittels Schnürung zu schließen und bereits mit der Nummer 31.03.03.7001 im Hilfsmittelverzeichnis gelistet. Für den zweiten Testdurchgang wird ein Modell mit einem stufenlos anpassbaren Boa®-Verschlusssystem gewählt.

Ziel ist es, an Hand einer instrumentierten Ganganalyse herauszufinden, ob die beiden Verschlusstechniken Auswirkungen auf den Gang zeigen. Darüber hinaus gilt es aufzuzeigen, dass die Orthesenschuhe der Firma Schein Orthopädie Service KG mit den Anforderungen des Hilfsmittelverzeichnisses des GKV-Spitzenverbandes übereinstimmen.

## 2. Methoden

### 2.1. Probanden

Das Probandenkollektiv setzte sich aus insgesamt 14 Probanden zusammen, von denen vier weiblich und zehn männlich waren. Das Durchschnittsalter der Probanden lag bei  $35,6 \pm 9,3$  Jahren. Tabelle 1 zeigt eine Auflistung der deskriptiven Daten für die einzelnen Probanden.

Proband	Geschlecht	Alter	Angegebene Schuhgröße	Tatsächlich gemessene Fußlänge	
				Links [mm]	Rechts [mm]
001	M	30	38	234	232
002	W	49	41	256	256
003	M	53	42	263	260
004	M	44	41	263	264
005	M	28	41	246	247
006	M	33	42	251	256
007	W	31	38	238	240
008	M	26	42	264	265
009	M	24	42	257	254
010	M	34	41	249	249
011	M	38	42	259	257
012	W	45	41	255	253
013	W	25	38	238	238
014	M	39	41	249	251

Tabelle 1: Deskriptive Statistik der untersuchten Probanden

Ausschlusskriterien für die Tests waren akute Schmerzen oder schwere Fußdeformitäten.

### 2.2. Gerät

Alle relevanten Ganganalyseparameter wurden mittels Hard- und Software der Firma zebris medical GmbH (Isny (GER)) erhoben.

Für die Analyse der kinetischen Parameter wurde ein ergo\_run Daum Laufband mit integrierter Drucksensorik (Giacomozzi, 2010) verwendet. Die Auflösung der Sensoren betrug 0,72 Sensoren pro Quadratzentimeter bei einer Abtastrate von 100 Hz sowie einem Messbereich zwischen 1 und 120 N pro Quadratzentimeter.

Die Erfassung der kinematischen Daten erfolgte durch drei zeitsynchron arbeitende Kameramodule (2x SyncCam, 1x SyncLightCam). Alle Module nahmen die Messungen mit 30 Einzelbildern pro Sekunde, einer Auflösung von 800 x 600 Bildpunkten und einer Verschlusszeit von 1/64 auf. Eine Kamera wurde direkt hinter dem Laufband angebracht, während die anderen beiden Kameras die sagittale Ebene von links und rechts aufnahmen. Bei der Positionierung der Kameras wurde auf eine lotgerechte Ausrichtung geachtet.

Im Rahmen der Eingangsuntersuchung erfolgt darüber hinaus noch ein 2D-Fußscan. Dazu wurde der DigiPED Fußscanner der Firma schein Orthopädie Service KG (Remscheid (GER)) eingesetzt.

Alle Daten wurden live an den PC übertragen und in der Mess- und Analysesoftware SCHEINWORKS Version 1.12 für die weitere Verarbeitung hinterlegt.

### 2.3. Protokoll und Durchführung

Die Probanden wurden als Erstes über die Durchführung des Tests informiert und über mögliche Komplikationen aufgeklärt. Auf einem standardisierten Anamnesebogen wurden für die spätere Auswertung zunächst allgemeine Daten aufgenommen, bevor eine umfassende Untersuchung des Fußstatus inklusive des passiven sowie aktiven Bewegungsumfangs im oberen Sprunggelenk durchgeführt wurde.

Die Probanden durchliefen im Anschluss eine Eingewöhnungsphase auf dem Laufband von zwei Minuten, bei der sie dazu angehalten wurden sich selbstständig und sukzessiv der späteren Testgeschwindigkeit anzunähern. Die Eingewöhnungsphase diente dazu, dass Gangbild unter den vorherrschenden Laborbedingungen zu normalisieren.

Für den ersten Testdurchgang wurden die Probanden mit Orthesenschuhen (Modell Merito, siehe Tabelle 2) in der entsprechenden Größe ausgestattet. Nach einer kurzen Einlaufzeit wurde die erste Messung von 30 Sekunden bei einer Geschwindigkeit von 4 km/h und 0° Steigung gestartet.

Nach Beendigung des ersten Tests wechselten die Probanden zu einem vergleichbaren Paar Orthesenschuhe mit Boa®-Verschlussystem (Modell Moros, Tabelle 2) in der gleichen Größe. Die zweite Messung wurde dann ebenfalls nach kurzer Einlaufzeit für 30 Sekunden bei einer Geschwindigkeit von 4km/h und 0° Steigung durchgeführt.

Modell	Merito	Moros
Artikelnummer	368710	36230
Hersteller	Schein Orthopädie Service KG	Schein Orthopädie Service KG
Abbildung		
Hilfsmittelnummer	31.03.03.7001	beantragt
Verschluss	Schnürung	Boa®-Verschlussystem
Schaft	Leder	Leder/ Textil
Innenfutter	Textil	Textil
Sohle	Microporo-Zwischensohle mit Gummilaufsohle im Dreiecksprofil, große Auftrittsfläche	Microporo-Zwischensohle mit Gummilaufsohle im Dreiecksprofil, große Auftrittsfläche
Größen	36-47	30-42
Weiten	2 (TN5, TN8)	2 (TN5, TN8)
Leistensatz	identisch	

Tabelle 2: Vergleich der Produktmerkmale der Testmodelle

## 2.4. Messparameter

Im Rahmen der Anamnese wurde die Fußlänge links und rechts [cm] sowie die aktive und passive Dorsalextension und Plantarflexion [°] ermittelt.

Aus der Ganganalyse wurden folgende relevante Parameter für die spätere Auswertung herangezogen:

- Pronationswinkel im Sprunggelenk [°]
- Anzahl der Doppelschritte
- Schrittlänge [cm]
- Sprunggelenkwinkel während des initialen Kontakts [°]
- Sprunggelenkwinkel während der Fersenablösung [°]
- Sprunggelenkwinkel während der Zehenablösung [°]
- Ganglinienlänge [mm]
- Seitliche Abweichung des Körperschwerpunkts [mm]
- Fußrotation [°]

## 2.5. Statistische Auswertung

Die deskriptive Statistik beinhaltet Fallzahlen, Mittelwerte, Minima und Maxima für die jeweiligen Probanden und Testreihen. Die Inferenzstatistik wurde mittels der Programme SPSS 17 (SPSS Inc., Chicago (USA)) und MS Excel 2010 (Microsoft, Redmond (USA)) durchgeführt.

Für die Prüfung der Daten auf Normalverteilung wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test benutzt. Für den Vergleich der oben genannten Ganganalyseparameter wurden t-Tests für abhängige Stichproben verwendet, um die Gruppenmittelwerte mit einander zu vergleichen. Als Signifikanzniveau für alle statistischen Tests wurde 5% ( $p>0,05$ ) gewählt.

### 3. Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse gliedert sich in zwei Teile. Zunächst werden die Parameter untersucht, welche im Zuge der eingangs durchgeführten Anamnese erhoben wurden. Im zweiten Teil wurden dann die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Ganganalyseparameter zwischen den beiden Testbedingungen analysiert.

#### 3.1. Anamneseparameter

Bei den Ergebnissen wurden alle 14 vermessenen Probanden eingeschlossen. Tabelle 3 zeigt die deskriptive Statistik der zu Beginn erhobenen Anamneseparameter.

Anamneseparameter				
Parameter	MIN	MAX	MW	SD
Alter [y]	24,0	53,0	35,6	9,3
Fl re [mm]	232,0	265,0	251,6	9,7
Fl li [mm]	234,0	264,0	251,6	9,8
aDEL [°]	2,0	20,0	9,0	5,7
aDER [°]	0,0	8,0	3,5	3,5
pDEL [°]	-3,0	20,0	8,3	7,7
pDER [°]	-1,0	12,0	6,2	4,9
aPFl [°]	20,0	91,0	33,5	17,7
aPFr [°]	19,0	90,0	31,7	18,5
pPFl [°]	21,0	88,0	33,5	17,6
pPFr [°]	13,0	92,0	29,6	20,3

Tabelle 3: deskriptive Statistik der Anamneseparameter

#### 3.2. Ganganalyseparameter

Tabelle 4 zeigt die deskriptive Statistik der Ganganalyseparameter sowie die Signifikanzen des Mittelwertvergleichs zwischen den Testbedingungen. Es ist ersichtlich, dass nur die Parameter GLL und sABW das Signifikanzniveau von 5% nicht erreichen.

	Merito				BOA-Moros				Sig.
	MIN	MAX	MW	SD	MIN	MAX	MW	SD	
Schritte	25,5	29,5	27,2	1,2	25,0	29,0	26,9	1,1	0,002*
Schrittänge [cm]	56,0	70,0	63,3	3,2	59,0	70,0	64,0	3,1	0,004*

SGP [°]	3,6	5,9	4,6	0,7	2,0	4,7	3,5	0,9	0,000 *
SGW_IC [°]	99,5	108, 3	104, 9	3,0	99,9	110, 6	105, 6	3,0	0,022 *
SGW_HO [°]	76,2	89,1	82,2	3,5	78,3	90,5	83,6	3,1	0,000 *
SGW_TO [°]	78,1	91,7	84,8	3,8	78,6	86,5	82,6	2,4	0,009 *
GLL [mm]	246, 3	283	267, 5	12, 5	249, 2	287, 5	267, 2	11, 0	0,654
sABW [mm]	-10, 9	5,1	-1,6	3,8	-5,8	4,1	-1,2	2,7	0,466
FR [°]	-1,3	14,6	7,4	3,3	1,1	14,4	7,9	3,1	0,008 *

Tabelle 4: deskriptive Statistik und Signifikanzen der Ganganalyseparameter

## 4. Diskussion

Ziel der Untersuchung war es zwei Orthesenschuhe miteinander klinisch-biomechanisch zu vergleichen, die unterschiedliche Einstiege und Schnürsysteme aufweisen. Mittels einer instrumentierten Ganganalyse sollte dabei untersucht werden, ob das Gangbild beeinflusst wird, um so die Eignung als Hilfsmittel in der PG 31 zu evaluieren.

Das Gangbild kann durch Zuhilfenahme von kinematischen und kinetischen Daten detailliert analysiert werden, die dann mit den existierenden Referenzwerten für den physiologischen Gang verglichen werden können (Götz-Neumann, 2016; Ludwig, 2015; Perry & Burnfield, 2010). Entscheidend sind dabei vor allem die Winkelverläufe des Sprunggelenks, des Knies und der Hüfte in den verschiedenen Gangphasen, begonnen beim initialen Kontakt bis hin zur terminalen Schwungphase.

Bei einer Indikation für eine Bein- oder Sprunggelenksorthese kann das Gangbild unterschiedlich gestört sein (Akalan, Temelli, & Kuchimov, 2013; Ferrarin u. a., 2013; Karmakar, Joshua, & Mahato, 2015; Manca u. a., 2014; Ploeger, Bus, Brehm, & Nollet, 2014). Durch die Verwendung der individuellen Orthese in Kombination mit einem geeigneten Schuh soll das Gangbild schließlich verbessert werden. Bei den durchgeföhrten Tests wurde bewusst auf eine individuelle Bein- und Fußorthese verzichtet, um ausschließlich den Einfluss der beiden Schuhmodelle zu analysieren.

Aus Tabelle 4 ist ersichtlich, dass sich bei der Verwendung des Modells BOA-Moros die Anzahl der Schritte reduziert und damit die Schrittlänge vergrößert. Dadurch kommt es bei gleicher Geschwindigkeit zu einer relativen Verschiebung der Stand- und Schwungphasen. Ausgehend von der Vergrößerung der Schwungphase beim Tragen des Modells BOA-Moros kann auf eine verbesserte Gangstabilität geschlossen werden.

Die Pronation im Sprunggelenk (SGP) ist ein natürlicher Stoßdämpfungsprozess, der sich beim Gehen in einem physiologischen Rahmen zwischen null und vier bis maximal acht Grad bewegen sollte (Kernozeck & Greer, 1993). Orthesenschuhe und individuelle Beinorthesen sollen bei den entsprechenden Patienten dazu beitragen, vor allem in der mittleren Standphase dazu beitragen, das Sprunggelenk in diesem Ausmaß zu stabilisieren. Die Tests mit dem Modell Merito zeigen, dass sich der Sprunggelenkwinkel im physiologischen Rahmen bewegt (Tabelle 4). Unter Berücksichtigung der gleichen Sohlenkonstruktion von Modell Merito und Moros ist anzunehmen, dass sich die Verbesserung der Sprunggelenkwinkels beim Tragen des Modells Moros vor allem durch die verbesserte Fersenführung mittels der individuellen Verschlusstechnik ergibt.

Bei den ganganalytisch relevanten Stabilitätsparametern wie zum Beispiel der seitlichen Abweichungen (sABW) oder der Ganglinienlänge (GLL) konnten keine signifikanten Abweichungen zwischen den beiden Schuhmodellen gemessen werden. Durch die Verwendung der gleichen Leisten, Materialien und individuell anpassbaren Schnürsysteme werden der Fuß und das Sprunggelenk sowohl beim Modell Merito als auch Moros über die gesamte Standphase stabilisiert.

Betrachtet man die Sprunggelenkwinkel in der sagittalen Ebene zu den Zeitpunkten des initialen Bodenkontakts (SGW\_IC), der terminalen Standphase (SGW\_HO) und der Vorschwungphase (SGW\_TO) zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden Testbedingungen. Das Modell Moros ermöglicht eine bessere Flexibilität im oberen Sprunggelenk während des Abrollvorgangs bei gleichzeitig hoher Stabilität im unteren Sprunggelenk.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass eine Veränderung des Schnürsystems und des Einstiegs keinen negativen Einfluss auf das Gangbild ausüben. Es konnte sogar gezeigt werden, dass die Stabilität beim Gehen durch die Verwendung des Boa®-Verschlusssystems bei den untersuchten Probanden verbessert war, was sich auf den verbesserten Fersenhalt

zurückführen lässt. Schuhmodelle in die das Boa®-Verschlussystem eingearbeitet wurde, stehen bereits im Hilfsmittelverzeichnis gelisteten Orthesenschuhen mit Schnürung funktionell nicht nach, sondern sind ihnen aufgrund der verbesserten Passform im Ferszbereich überlegen.

Dies ist auf den erhöhten Endkontakt des Boas - System zurückzuführen. Erhöhung der Stabilität und Vergrößerung der Schrittänge zeigen den medizinischen Nutzen, denn wie im Sozialgesetzbuch gefordert, wird hierdurch eine orthopädische konservative Therapie fortgesetzt und ggf eine mögliche operative Therapie verhindert, eine Behinderung durch ein instabiles Gangbild verbessert oder verhindert ,dass es zu Folgeschäden kommt.

Das bedeutet, dass sich aus der optimierten Stabilisierung der Standphase, eine funktionelle Deformität nicht in eine strukturelle Deformität wandelt. In diesem Zusammenhang ist es richtig den Wirtschaftlichkeitsgedanken anzusprechen. Es ist ausreichend , zweckmäßig und wirtschaftlich, wenn durch solche biomechanischen Effekte strukturelle Behandlungsoptionen gar nicht erst angegangen werden müssen.

Wie andere Orthesenschuhe der Firma Schein, die bereits im Hilfsmittelverzeichnis gelistet sind, bieten auch die Schuhe mit dem Boa®-Verschlussystem ausreichend Volumen Orthesen mit Fußteil aufzunehmen. Durch das Zwicken der Orthesenschuhe über identische Leistungssätze, verfügen die Schuhe mit Boa®-Verschlussystem in den Weiten TN5 und TN8 über identische Volumen im Schuhinnenraum, wie andere Orthesenschuhe aus dem Hause Schein Orthopädie Service KG (s 6. Anlage: Weitentabelle Orthesenschuhe). Die Konstruktionsmerkmale der Schuhe entsprechend den Qualitätsanforderungen gemäß Hilfsmittelverzeichnis des GKV-Spitzenverbandes. Sie verfügen über eine vergrößerte Auftrittsfläche, einen stabilen Schaft mit einer festen Hinterkappe, sind weit zu öffnen und werden über das Boa®-Verschlussystem geschlossen und individuell angepasst. Zum Schutz der Zehen sind die Schuhe zusätzlich mit einer stabilen Vorderkappe ausgerüstet. Die Sohlen der Schuhe sind für Zurichtungen geeignet.

## Zusammenfassung

Mit dem Orthesenschuh mit Boa®-Verschlussystem der Firma Schein Orthopädie Service KG liegt ein Hilfsmittel vor, was als Orthesenschuh im Sinne der Qualitätsanforderungen des GKV Spitzenverbandes geeignet ist. Es zeigt biomechanisch gangstabilisierende und Endkontakteoptimierende Effekte, die signifikant sind. Diese Effekte können die in den ICF hinterlegten Fähigkeitsstörungen des Ganges und des Standes optimieren. Sie sind somit ein wichtiges Element einer leidensgerechten Mobilität. Zusätzlich sind sie ein Element der konservativen Therapie und können eine Behinderung verhindern, oder einen Ausgleich bei Behinderung sein. Als Element der konservativen Therapie kann verhindert werden,dass aus einer funktionellen Deformität eine strukturelle Deformität mit den möglichen operativen Behandlungstechniken wird, was dem Wirtschaftlichkeitsgedanken entspricht. Verbesserung der Mobilität und Teilhabe mindert Pflegebedürftigkeit.

## 5. Literaturverzeichnis

- Akalan, N. E., Temelli, Y., & Kuchimov, S. (2013). Discrimination of abnormal gait parameters due to increased femoral anteversion from other effects in cerebral palsy. *Hip International: The Journal of Clinical and Experimental Research on Hip Pathology and Therapy*, 23(5), 492-499. <http://doi.org/10.5301/hipint.5000051>

- Baumgartner, R., Möller, M., & Stinus, H. (Hrsg.). (2013). *Orthopädieschuhtechnik* (2., überarb. und Aufl). Geislingen: Maurer.
- Ferrarin, M., Lencioni, T., Rabuffetti, M., Moroni, I., Pagliano, E., & Pareyson, D. (2013). Changes of gait pattern in children with Charcot-Marie-Tooth disease type 1A: a 18 months follow-up study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10(1), 65. <http://doi.org/10.1186/1743-0003-10-65>
- Giacomozzi, C. (2010). Appropriateness of plantar pressure measurement devices: A comparative technical assessment. *Gait & Posture*, 32(1), 141-144. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.03.014>
- GKV. (2016, April 5). Produktgruppe 31.03.03... Internetdatenbank. Abgerufen von [https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/produktlisteZurArt\\_input.action?paramArtId=2005](https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/produktlisteZurArt_input.action?paramArtId=2005)
- Götz-Neumann, K. (2016). *Gehen verstehen: Ganganalyse in der Physiotherapie* (4. Auflage). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Karmakar, M., Joshua, J., & Mahato, N. (2015). Changes in plantar load distribution and gait pattern following foot drop correction in leprosy affected patients. *Leprosy Review*, 86(3), 213-219.
- Kernozeck, T. W., & Greer, N. L. (1993). Quadriceps angle and rearfoot motion: relationships in walking. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(4), 407-410.
- Ludwig, O. (2015). *Ganganalyse in der Praxis: Anwendung in Prävention, Therapie und Versorgung* (2., erweiterte Auflage). Geislingen: C. Maurer.
- Manca, M., Ferraresi, G., Cosma, M., Cavazzuti, L., Morelli, M., & Benedetti, M. G. (2014). Gait patterns in hemiplegic patients with equinus foot deformity. *BioMed Research International*, 2014, 939316. <http://doi.org/10.1155/2014/939316>
- Perry, J., & Burnfield, J. M. (Hrsg.). (2010). *Gait analysis: normal and pathological function* (2. ed). Thorofare, NJ: SLACK.
- Ploeger, H. E., Bus, S. A., Brehm, M.-A., & Nollet, F. (2014). Ankle-foot orthoses that restrict dorsiflexion improve walking in polio survivors with calf muscle weakness. *Gait & Posture*, 40(3), 391-398. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.05.016>

## 6. Anlage

Weitentabelle My Generation-Orthesenschuhe von Schein Orthopädie Service KG

Größe	TN5			TN 8		
	Ballen- maß	Fersen- maß	Ballen- breite	Ballen- maß	Fersen- maß	Ballen- breite
18	15,0	20,0	5,5	16,7	20,8	5,9
19	15,5	20,8	5,6	17,2	21,5	6,0
20	16,0	21,4	5,8	17,6	22,3	6,2
21	16,5	22,0	6,0	18,0	23,0	6,4
22	16,9	22,6	6,2	18,3	23,6	6,6
23	17,3	23,4	6,3	18,7	24,3	6,7
24	17,7	24,1	6,4	19,0	25,0	6,9
25	18,1	24,9	6,6	19,4	25,7	7,1
26	18,5	25,7	6,7	19,8	26,4	7,2
27	18,9	26,4	6,9	20,2	27,2	7,4
28	19,3	27,1	7,1	20,7	28,1	7,6
29	19,7	27,9	7,3	21,1	28,9	7,8
30	20,1	28,6	7,4	21,6	29,7	7,9
31	20,6	29,2	7,6	22,1	30,6	8,1
32	21,2	29,8	7,8	22,6	31,6	8,3
33	21,8	30,6	7,9	23,2	32,5	8,4
34	22,4	31,4	8,1	23,6	33,4	8,6
35	23,0	32,2	8,3	24,0	34,1	8,8
36	23,5	33,0	8,5	24,5	34,9	9,0
37	24,0	34,0	8,7	25,0	35,7	9,2
38	24,5	34,9	8,9	25,5	36,5	9,4
39	24,9	35,8	9,1	26,0	37,2	9,6
40	25,3	36,6	9,3	26,5	38,0	9,7
41	25,7	37,4	9,5	27,0	38,7	9,9
42	26,2	38,2	9,7	27,4	39,5	10,1
43	26,7	38,9	9,9	27,8	40,0	10,3
44	27,1	39,6	10,1	28,3	40,5	10,5
45	27,5	40,3	10,3	28,7	41,0	10,6
46	27,9	41,0	10,5	29,1	41,5	10,8
47	28,3	41,7	10,7	29,5	42,0	11,0
48	28,7	42,2	10,9	29,9	42,5	11,1
49	29,1	42,7	11,1	30,3	43,0	11,3
50	29,5	43,2	11,3	30,7	43,5	11,4

**Dr.med.Dirk Theodor Schraeder**

Technischer Orthopäde

Facharzt für Allgemeinchirurgie

Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie

Physikalische Medizin und Balneologie

Sozialmedizin

Oberarzt Marternusklinik Bad Oeynhausen

Klinik für Rehabilitation

Leitung Arbeitskreis Technische Orthopädie - Gesellschaft für Fußchirurgie