

# Die Bad-Neustädter-Schiene

## Eine neue Orthesenversorgung zur Korrektur des Malalignments der Fuß- und Sprunggelenke

A. Hartnick<sup>1</sup>, B. Herterich<sup>1</sup>, D. Steube<sup>1</sup>, A. Traub<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Neurologische Klinik Bad Neustadt an der Saale, <sup>2</sup>Orthopädietechnik Traub Schweinfurt

### Zusammenfassung

Die Fähigkeit zu gehen ist eine Grundvoraussetzung für viele Aktivitäten und entscheidet über das Ausmaß der Partizipation im Alltag. In bestimmten Phasen der Rehabilitation nach erworbenen Hirnschäden muss zur Erleichterung der Dorsalextension im oberen Sprunggelenk eine Fußheberorthese als Schiene mit langem Schaft, mit und ohne Gelenk, oder auch als elastische Knöchelstütze verwendet werden. Bei Tonuserhöhungen und/oder Instabilitäten in den Fußgelenken können konfektionierte Schienen das Alignment häufig nicht sicherstellen. Durch eine neue Schienenversorgung (Bad-Neustädter-Schiene) als maßangepasste Sonderanfertigung nach Gipsabdruck kann eine verbesserte Voraussetzung für das Stehen und Gehen erreicht werden. In zwei Fallbeispielen werden Gangparameter vorgestellt, die die Vorteile dieser neuen Schiene bestätigen.

**Schlüsselwörter:** Fußorthese, Alignment, Hemiparese, Rehabilitation, Korrektur von Instabilitäten

### The Bad Neustadt splint

A. Hartnick, B. Herterich, D. Steube, A. Traub

### Abstract

The ability to walk is a basic requirement for many activities and a decisive factor for the extent of participation in everyday life. In certain phases of rehabilitation when patients are suffering from acquired brain damage it may become necessary to use a foot-lifting-orthesis to assist the dorsiflexion in the upper ankle joint. The orthesis consists of a splint with a long shaft and can be used either with or without a joint.

Manufactured splints are often not able to hold the alignment in all foot joints when the foot is either hypertone or instable. It has become possible to improve the requirements necessary for stance and gait through a new type of orthesis (the Bad Neustadt splint), which is custom built, after having taken a cast.

Gait parameters are introduced in two clinical examples which confirm the advantages of this new orthesis.

**Key Words:** Foot orthesis, alignment, hemiparesis, rehabilitation, correction of instabilities

© Hippocampus Verlag 2005

### Einleitung

Das Erreichen der Gehfähigkeit wird von Patienten mit einer zentral bedingten Halbseitenlähmung häufig als primäres Ziel genannt. Die Fähigkeit zu gehen ist eine Grundvoraussetzung für viele Aktivitäten und entscheidet über das Ausmaß der Partizipation des Menschen im Alltag. Bei persistierenden neurologischen Defiziten ist deshalb in bestimmten Phasen der Rehabilitation eine Hilfsmittelversorgung erforderlich. Hierbei werden häufig Fußheberorthesen zur Erleichterung der Dorsalextension des oberen Sprunggelenkes in der Spielbeinphase eingesetzt [3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 20]. Neben festen Schienen mit langem Schaft,

mit und ohne Gelenk werden auch elastische Knöchelstützen verwendet [10, 20]. Tonuserhöhungen und/oder Instabilitäten in den Fußgelenken sind darüber hinaus häufige Probleme, die bei der Hilfsmittelauswahl beachtet werden müssen.

Das normale Alignment des Fußes so gut wie möglich wiederherzustellen war die Herausforderung für uns, eine eigene Schiene zu entwickeln, die diese Idee auf pragmatische Weise umsetzt. Als Folge des korrigierten Malalignments erwarten wir eine Verbesserung der Rekrutierung der Muskelgruppen sowohl für die Haltung als auch für die dynamische Aktivität beim Gehen.

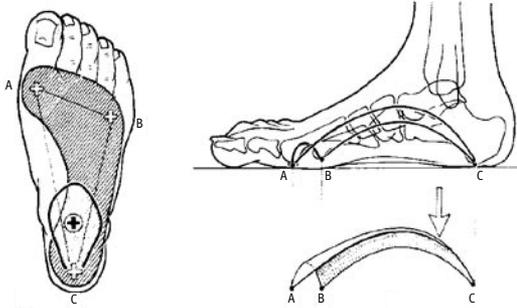


Abb. 1: Die Gewölbekonstruktion des Fußes (Abb. 1–4 aus [17])



Abb. 2: Die queren Fußwölbungen

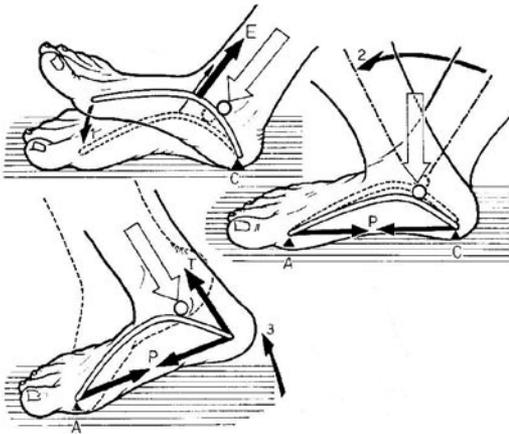


Abb. 3: Veränderungen der Gewölbekonstruktion bei dynamischer Belastung

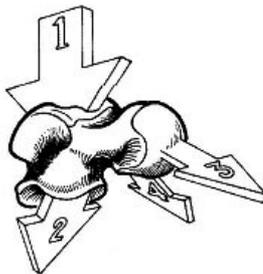


Abb. 4: Sonderstellung des Talus: Über die Talusrolle (Pfeil 1) werden Kräfte aufgenommen und in drei Richtungen auf das Fußskelett weitergeleitet.

## Anatomie/Biomechanik

Bei der Entwicklung der Bad-Neustädter-Schiene wurden folgende biomechanischen Gesichtspunkte beachtet:

Die Gewölbekonstruktion des Fußes wird durch je einen medialen (AC) und lateralen (BC) Längsbogen und einen queren (AB) Bogen gebildet (Abb. 1). Der längste und akzentuierteste ist der mediale Bogen, er ist unter statischen wie dynamischen Gesichtspunkten der wichtigste.

Wie man in Abb. 2 sieht, ist die quere Fußwölbung unterschiedlich ausgeprägt: Der anteriore Bogen (I) verläuft durch die Metatarsalköpfe I–IV. Er hat seinen Scheitelpunkt auf der Höhe des zweiten Strahls. In der Fußmitte (II/Höhe Ossa cuneiformia) hat der Fuß nur lateral durch das Os cuboid Kontakt mit dem Untergrund. Weiter dorsal (III) »schwebt« das Os naviculare und stützt sich lateral auf das Os cuboid. Das Gewölbe wird durch Bänder und *bei normalen Tonusverhältnissen* zusätzlich durch Muskulatur gehalten (= plantare Verspannungen).

Unter dynamischer Belastung verändert sich die Gewölbekonstruktion (Abb. 3). Wenn beim Gehen der Fuß abgerollt wird, werden die Fußwölbungen Belastungen ausgesetzt und üben somit eine Funktion als Stoßdämpfer aus. Das Abrollen des Fußes erfolgt in mehreren Teilschritten [19]: Phase 1 (initial contact/loading response): Fersenkontakt mit dem Untergrund;

Phase 2 (mid stance): Während dieser Phase lastet das Körpergewicht auf dem Fußgewölbe, das sich etwas abflacht. Die Abflachung wird durch die plantaren Verspannungen (P) aktiv gebremst (= Stoßdämpferwirkung).

Phase 3 (terminal stance): Auf das Fußgewölbe, nur noch vorne im Bodenkontakt, wirken die Muskelkräfte und die Körperlast. Es würde sich abflachen, wenn nicht die plantaren Zugverspannungen weiter aktiv wären. Sie bewirken einen zweiten Stoßdämpfereffekt.

Der Scheitelpunkt des Gewölbes ist nach hinten verlagert, das zu tragende Körpergewicht lastet vorzugsweise auf dem hinteren Pfeiler (Pfeil in Abb. 1). Daraus ergibt sich die Sonderstellung des Talus, der den Gipfel des Fußskeletts bildet. Das gesamte Körpergewicht wird über den Talus auf den Fuß übertragen (Abb. 4). Wenn dieser nicht neutral steht, also in einer Mittelstellung, übertragen sich Fehlstellungen biomechanisch sowohl vom Körper auf den Fuß als auch weiterlaufend vom Fuß nach kranial in Bein und Rumpf.

## Malalignment im Fuß

Bei abnormen Tonusverhältnissen kommt es zu Veränderungen der Biomechanik. Das physiologische Alignment der Sprung- und Fußgelenke ist nicht mehr gewährleistet, so dass ein Malalignment entsteht. Durch die Gewichtsübernahme auf den Fuß in einer verstärkten Pronations- oder Supinationsstellung kommt es zu Hyper-/Hypomobilitäten in allen Fußgelenken.

In der Supination (Abb. 5) dislozieren Talus, Kuboid und die Ossa cuneiformia nach lateral und dorsal. Es resultiert



Abb. 5 und 6: Supinierter Fuß (links); pronierter Fuß (rechts)

eine geringe Unterstützungsfläche mit der erhöhten Gefahr des Umknickens und einer daraus folgenden Überdehnung der lateralen Bandstrukturen. Bei Missachtung dieser Situation können permanente Bandschädigungen die Pathologie verstärken. Durch die Supinationsstellung, oft kombiniert mit einer Plantarflexion, kippt der Talus in Abduktion. Die Tibia rotiert nach außen und bewirkt häufig eine Hyperextension im Kniegelenk. Fortführend entsteht dann meist eine Abduktions-, Flexions- und Außenrotationsstellung im Hüftgelenk, gefolgt von einer Fehlstellung des Beckens und des Rumpfes. Eine sekundäre Fehlstellung der Gegenseite ist möglich.

Durch einen Hypotonus und/oder Festigkeiten auf der lateralen Seite und in den Peronäen kann auch eine extreme Pronation (siehe Abb. 6) entstehen. Dabei sinken der Talus und das Navikulare medial und plantar ab. Wenn die Pronation während der Standbeinphase nicht korrigiert wird, bleibt der Fuß in einer entriegelten Stellung (Abb. 7), erneut verbunden mit Verletzungsgefahr und Bandinstabilität. Beim Absinken in die Pronation gleitet der Talus in die Adduktion, und die Tibia folgt in die Innenrotation. In Abhängigkeit der Dorsalextension oder Plantarflexion im oberen Sprunggelenk entsteht im Kniegelenk eine Flexion oder eine Hyperextension. Im Hüftgelenk kommt es dann häufig zu einer Flexions-, Adduktions- und Innenrotationsstellung, das Becken kippt nach ventral und die LWS hyperextendiert. Die Bauchmuskeln werden stark überdehnt.

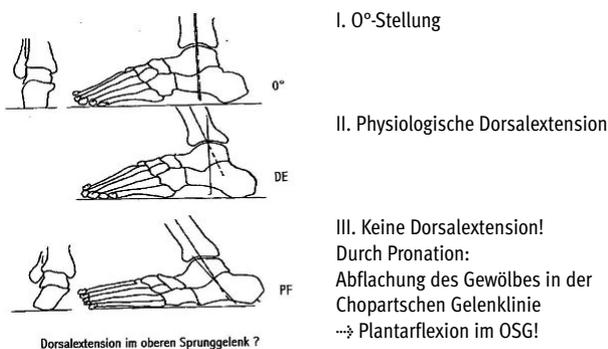


Abb. 7: Entriegelte Stellung (Abbildung mit freundlicher Genehmigung von H. Pickenbrock)

Die mögliche Bauchmuskelsuffizienz kann wiederum negativ auf die Rumpfmuskulatur wirken.

Zur Erfassung der individuellen Störung muss ein exakter Befund von Vor- und Rückfuß erhoben werden. Auch ein Vergleich mit dem anderen Fuß ist erforderlich.

### Notwendigkeit einer maßangepassten Schiene

Wenn der Patient ein auffälliges Malalignment in der Standbeinphase hat, reicht eine Unterstützung durch konfektionierte Fußheberschienen unserer Meinung nach nicht aus. Eine Korrektur der Fußstellung (Gewölbe/unteres Sprunggelenk) ist notwendig, um durch Verbesserung der biomechanischen Verhältnisse eine Aktivierung, auch weiter proximal, zu erleichtern. Diese Korrektur ist nur durch eine maßangepasste Schiene nach Gipsabdruck in korrigierter Stellung zu erreichen, wie es bei der Bad-Neustädter-Schiene umgesetzt wird.

### Der Gipsabdruck

Bei der Anfertigung des Gipsabdruckes ist die Zusammenarbeit zwischen Orthopädiemechaniker und Therapeut zwingend. Der Befund mit spezifischer Zielsetzung ist notwendig, um den Grad der Korrektur festzusetzen [3]. Vor allem bei muskulärem Hypertonus und schon länger bestehenden Festigkeiten ist eine Vorbehandlung durch den Therapeuten unabdingbar.

Für den Gipsabdruck muss die Stellung von Kalkaneus und Talus zum Unterschenkel beurteilt werden. Der Kalkaneus wird in einer neutralen Stellung abgegipst, der Fuß passend dazu eingestellt. Dabei muss darauf geachtet werden, den eingestellten Rückfuß nicht wieder zu verlieren. In der Frontal- bzw. Sagittalebene sollte zwischen Unterschenkel und Fuß die Neutral-Null-Stellung angestrebt werden. Die Fußgewölbe müssen ausreichend unterstützt, evtl. eine Spreizfußpelotte angebracht werden (retrokapillare Abstützung [8]). Durch eine laterale und mediale schalenförmige, bis auf den Spann reichende Führung und eine Umklammerung des Kalkaneus wird der Fuß in der angestrebten Form gehalten. Im Unterschenkelbereich wird je nach Befund des Patienten eine laterale bzw. mediale Anlage zur Korrektur anmodelliert.

### Die fertige Schiene (Abb. 8)

Das Fußteil der Schiene hält den Fuß im korrigierten Alignment. Es muss eng anliegen, um ein Abweichen der Gelenkpartner aus der gewünschten Position zu verhindern. Wie bei einem neuen Schuh muss sich der Patient erst einige Zeit an die Schiene gewöhnen. Deshalb ist eine stufenweise Steigerung der Anlegezeiten notwendig.

Die Verbindung zum Unterschenkel erfolgt über zwei Gelenke, die in der Dorsalextension frei sind und in der Plantarflexion begrenzt werden können. Hierbei ist es wichtig, die anatomische Gelenkachse (Abb. 9) durch eine Spezialanfertigung einzuhalten. Der Unterschenkel wird in einer



Abb. 8: Bad-Neustädter-Schiene

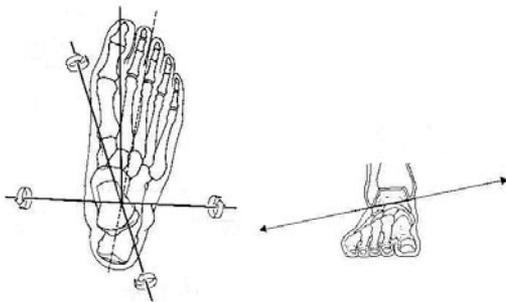


Abb. 9: Die Achsen der Sprunggelenke (aus [16])

Halbschale eingefasst, die bis unter das Fibulaköpfchen reicht. Je nach Patientenstatus ist die Schiene im Wadenbereich komplett geschlossen bzw. bis auf eine Wadenschelle geöffnet. Die Schiene wird über zwei Gurte, proximal und distal im Schienbeinbereich, am Unterschenkel gehalten. Der Fuß bzw. die Ferse wird über einen Schuh in der Schiene fixiert. Je nach Tonusverhältnissen können noch weitere Klettverschlüsse im Vor- und Rückfußbereich sowie am Unterschenkel angebracht werden.

### Fallbeispiel 1

Ein 40-jähriger Patient erlitt am 01.08.2003 einen Mediateilinfarkt beidseits mit Hemiparese links und Broca-Aphasie. Vier Wochen nach dem Ereignis war die Muskulatur des betroffenen linken Beines hypoton. Der Patient entwickelte Muskelfunktion im Bereich der Hüftbeuger und Knieextensoren links. Neben der hypotonen Rumpfmuskulatur lag im Bereich der Ellenbogenflexoren und Fingerflexoren links eine spastische Tonuserhöhung (nach Ashworth: 1,5) vor [1, 12]. Im Bereich des oberen Sprunggelenkes links war das Gelenkspiel nicht frei möglich (Dorsalextension – Plantarflexion: 0 – 0 – 40), Hüft- und Kniegelenke waren frei beweglich. Der Patient konnte frei sitzen, jedoch mit deutlich eingeschränktem Aktionsradius. Das freie Stehen ohne Hilfe war wegen fehlender muskulärer Stabilität in der unteren Extremität noch nicht möglich.

Zusätzlich wurde ein Malalignment der Fußwurzelknochen in starker Pronationsstellung und einer tonusbedingten Abflachung der Fußgewölbe befundet. Bei Belastung des linken Beines wurde das Kniegelenk überstreckt. Die Dorsalextension im Bereich des oberen Sprunggelenkes war aktiv nicht möglich.

Aus therapeutischer Sicht brauchte der Patient für das Stehen und für das Gehtraining eine Fußschiene zur Unterstützung der Dorsalextension in der Schwungphase und für die Standbeinphase die Toleranz, das erforderliche Gelenkspiel zuzulassen. Zusätzlich sollte die Schiene das Alignment im Bereich der Fuß- und Sprunggelenke sichern sowie die Überstreckung des Kniegelenkes während der Standbeinphase verhindern.

Um die Wahl einer geeigneten Fußschieneversorgung zu überprüfen, wurde der Time Walking Test angewendet [21]. Dabei wurde die These angenommen, dass eine gute Gangökonomie ein schnelleres Gehen und eine längere Gehstrecke zur Folge hat.

Im direkten Vergleich wurde der Test mit Straßenschuhen ohne Schiene, mit einer Peronäusschiene sowie mit der Bad-Neustädter-Schiene nacheinander durchgeführt (Tab. 1).

Time Walking Test	20 Meter	2 Minuten
Straßenschuhe ohne Schiene	80 Sekunden	35 Meter
Peronäusschiene	60 Sekunden	45 Meter
Bad-Neustädter-Schiene	50 Sekunden	54 Meter

Tab. 1: Fallbeispiel 1

Die Auswertung beim Gehen der 20-Meter-Strecke ergab, dass der Patient von der Bad-Neustädter-Schiene am stärksten profitierte. Auch beim 2-Minuten-Gehtest (Tab. 1) konnte der Patient mit dieser Schiene die weiteste Gehstrecke zurücklegen. Um Verzerrungen in der Ergebnisbewertung durch eine eventuelle Ermüdung des Patienten zu minimieren, wurde die Reihenfolge im 2-Minuten-Gehtest so festgelegt: erst das Gehen mit Straßenschuhen, dann mit Peronäusschiene und anschließend mit der Bad-Neustädter-Schiene.

Mit diesem Vergleich konnte herausgestellt werden, dass der Patient für die Verbesserung der Gehfähigkeit mit der Bad-Neustädter-Schiene im Sinne eines Soforteffektes enorm profitierte.

Während des gesamten viermonatigen Klinikaufenthaltes bekam der Patient ein interdisziplinäres Therapieregime (Ergotherapie, Logopädie, physikalische Therapie, Physiotherapie, Psychologie). Im Rahmen der Physiotherapie erhielt der Patient alltagsorientiertes Training zur Verbesserung von selektiven Funktionen, Aktivierung und situationsabhängiger Anpassung von posturaler Kontrolle und repetitives Gehtraining auf dem Laufband mit Gewichtsentslastung sowie Schulen von Gangvariationen. Ein weiterer Behandlungsschwerpunkt lag in der Mobilisation des oberen linken Sprunggelenkes sowie der Stabilisation des unteren Sprunggelenkes.

Zum Zeitpunkt der Entlassung konnte der Patient mit Fußschiene und Gehstock auf Wohnungsebene selbständig gehen. Für längere Strecken außer Haus war der Patient noch auf den Rollator angewiesen.

### Fallbeispiel 2

Am 29.01.2004 wurde eine 35-jährige Patientin mit Wortfindungs- und Orientierungsstörungen in eine Akutklinik eingewiesen. Im weiteren Verlauf entwickelte die Patientin eine rechtsseitige progrediente Hemiparese und wurde beatmungspflichtig. Die Auswertung eines kranialen MRT ergab einen linksseitigen Infarkt der Basalganglien.

Mitte Februar 2004 wurde die Patientin in unsere Klinik verlegt. Der Befund zeigte einen Hypotonus der Rumpfmuskulatur. Ferner lagen eine armbetonte Hemiparese rechts mit Plegie der oberen Extremität sowie ein Kraftgrad von 3/5 der Hüftgelenkmuskulatur, 3/5 der Kniegelenkmuskulatur sowie 2/5 der Sprunggelenkmuskulatur vor.

Vier Wochen nach Aufnahme in die Rehabilitation konnte die Patientin breitbasig mit innenrotiertem rechten Hüftgelenk stehen. Dabei war eine starke Supinationsstellung des rechten unteren Sprunggelenkes mit Fußaußenrandbelastung auffällig. Der Stand war asymmetrisch mit verstärkter Gewichtsverlagerung auf die linke Körperseite. Beim Initiieren einiger Schritte verstärkte sich die Supinationsstellung rechts, so dass neben dem erhöhten Sturzrisiko auch die Gefahr eines Supinationstraumas bestand.

Um die Wahl der geeigneten Fußschiene zu überprüfen, wurde der Time Walking Test angewendet. Im direkten Vergleich wurde der Test mit Peronäusschiene und der Bad-Neustädter-Schiene durchgeführt. Wegen der bestehenden Gefahr eines Supinationstraumas wurde auf das Gehen ohne Schiene verzichtet.

Time Walking Test	20 Meter	2 Minuten
Peronäusschiene	36 Sekunden	66 Meter
Bad-Neustädter-Schiene	23 Sekunden	105 Meter

Tab. 2a: Fallbeispiel 2

Time Walking Test	20 Meter	2 Minuten
Peronäusschiene	21 Sekunden	106 Meter
Bad-Neustädter-Schiene	15 Sekunden	162 Meter

Tab. 2b: Fallbeispiel 2 (5 Wochen nach der Erstversorgung)

Sowohl im 20-Meter-Test als auch beim 2-Minuten-Gehstest zeigte sich die Bad-Neustädter-Schiene deutlich überlegen (Tab. 2a). In der Folgezeit trug die Patientin diese bei allen Transfers, zum Stehen, zur Ganganbahnung sowie während der Laufbandtherapie mit Gewichtsentslastung [13, 14].

Um die Behandlungsergebnisse mit der Bad-Neustädter-Schiene zu überprüfen, wurden beide Tests nach fünf Wo-

chen erneut durchgeführt (Tab. 2b). Auch dabei bestätigte sich die Überlegenheit der Bad-Neustädter-Schiene im Vergleich zur Peronäusschiene. Bei Klinikentlassung erreichte die so versorgte Patientin eine selbständige Gehfähigkeit ohne Sturzrisiko.

### Diskussion

Im Verlauf einer Rehabilitation von Patienten mit einer Hemiparese muss darüber entschieden werden, ob die üblichen neurorehabilitativen physiotherapeutischen Maßnahmen ausreichen, das Defizit zu beheben. Sollte sich herausstellen, dass eine Orthese notwendig wird, so muss die Art in Abhängigkeit der erhobenen Befunde und Zielstellung festgelegt werden. Dies ist so früh wie möglich zu entscheiden. Aufgrund der dargestellten Probleme des Malalignments können Konfektionsschienen nicht in ausreichendem Maß die Funktionsstörungen ausgleichen, weshalb der Einsatz der Bad-Neustädter-Schiene empfohlen wird. Die Schiene kann bereits beim Stehtraining und bei Transferübungen das Alignment im Bereich der Fuß- und Sprunggelenke sicherstellen. Dadurch werden schon frühzeitig wichtige Voraussetzungen für die Funktionsanbahnung in Knie- und Hüftgelenk sowie Becken und Rumpf geschaffen. Für das Gehtraining werden die Bedingungen optimiert.

Das Gewicht der Schiene beträgt zwischen 550 und 700 Gramm. Patienten mit insgesamt hypotoner Muskulatur haben Schwierigkeiten, jedes zusätzliche Gewicht zu bewegen und in die Koordination des Gangablaufes zu integrieren. Durch Verwendung von Karbonfasern und die Verringerung der Materialmenge auf ein notwendiges Minimum konnten die Orthopädietechniker bei der Herstellung dieser Schiene das Gewicht gegenüber dem Prototypen deutlich reduzieren.

Das Gelenkspiel der Knöchelgelenke der Schiene kann individuell eingestellt und dem Befund des Patienten angepasst werden. So kann durch eine leichte Dorsalexensionsstellung einer Hyperextension im Kniegelenk entgegengewirkt und im weiteren Verlauf bei Funktionszugewinn die Gelenkstellung wieder verändert werden. Ebenso besteht die Möglichkeit, die proximale Schaftlänge der Schiene zu kürzen, wenn der Patient den langen Hebel nicht mehr benötigt, z.B. aufgrund einer verbesserten aktiven Kniekontrolle im Rehabilitationsverlauf.

Es ist bekannt, dass beim ständigen Tragen einer Fußschiene die Dorsalexensoren, vor allem der M. tibialis anterior [15], nicht ausreichend aktiviert werden. Deshalb ist zu berücksichtigen, ob die Fußschiene permanent eingesetzt werden muss. Durch zusätzliche physiotherapeutische Behandlung kann dem ebenso entgegengewirkt werden wie durch die befundorientierte Tragedauer der Schiene. Eventuell benötigt ein fortgeschrittener Patient die Schiene nicht mehr auf Zimmerebene, sondern nur noch bei längeren Gehstrecken, zum Beispiel nach der Rehabilitation nicht mehr auf Wohnungsebene, sondern nur noch außer Haus. Generell gilt zu bedenken, dass eine Schiene in Dorsalexension zu veränderten Achsenverhältnissen in der Sagit-

talebene weiter kranial führt. Knie und Hüfte werden teilweise in leichte Flexion geführt, was eine Aktivierung der Extensoren erschweren kann. Weiterhin sollte der Patient wenn möglich zeitweise barfuß gehen. Variationen im Bewegungserlebnis können die Mobilität des Fußes erhalten und die Stabilität fördern [9].

Eine genaue Indikationsstellung für die verschiedensten Fußschiene sowie der Zeitpunkt des Einsatzes des Hilfsmittels obliegt der Erfahrung des Physiotherapeuten. Eine korrekte biomechanische Analyse der jeweils vorliegenden Problematik ist eine Grundvoraussetzung für die Durchführung einer gezielten Behandlung. Ein adäquater Trainingsaufbau und die richtige Auswahl der geeigneten Schienen, Schuhe und Gehhilfsmittel kann nur im Rahmen einer guten Zusammenarbeit im Team (Patient, Therapeuten, Ärzte, Orthopädietechniker) erfolgen [3]. Dies ist auch nach dem Klinikaufenthalt zwingend. Das heißt, dass der Orthopädietechniker in die ambulante Weiterbetreuung eingebunden bleiben muss.

Die beschriebenen Patientenbeispiele zeigen, dass sowohl Gangökonomie als auch Gangsicherheit und -qualität durch die Bad-Neustädter-Schiene gesteigert werden können. Beide Patienten haben sowohl auf Aktivitätsebene als auch in ihren Möglichkeiten zur Partizipation durch den vergrößerten Aktionsradius deutlich profitiert.

Gerade im Hinblick auf die Zeit nach dem Klinikaufenthalt sind die Gehausdauer und Gehgeschwindigkeit entscheidende Faktoren für das Ausmaß der Integration im häuslichen Umfeld. Diese Gangparameter sind von großer Bedeutung für die Möglichkeit, am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen und die Berufstätigkeit wiederaufzunehmen.

## Literatur

1. Ashworth B: Primary Trial of Carisoprodol in Multiple Sclerosis. *Practitioner* 1964, 192: 540-542
2. Baehler A-R: Orthopädietechnische Indikationen. Verlag Hans Huber, Bern 1996
3. Beckers D und Deckers J: Ganganalyse und Gangschulung. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1997, 93ff, 210ff
4. Bestmann A, Sonntag D, Hesse S: Der Einfluß von Sprunggelenkorthesen und Stützen auf das Gehen hemiparetischer Patienten. *Neurologie und Rehabilitation* 2000; 6 (3): 117-120
5. Brunner R, Romkes J, Glauser T, Reinhard A, Ruepp T: Dynamische Sprunggelenk-Fußorthesen oder konventionelle Unterschenkelorthesen? *OST-Sonderheft Propriozeption* 2000; 6: 47-49
6. Charlton PT and Ferguson DWN: Orthoses, splinting and casting in spasticity. In: Barnes MP and Johnson GR: *Upper motor neurone syndrome and spasticity*. Cambridge University Press 2001
7. Davies PM: Hemiplegie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1986
8. Freivogel S: Motorische Rehabilitation nach Schädelhirntrauma. Richard Pflaum Verlag GmbH und Co. KG, München 1997, 303ff
9. Gjelsvik BE: Form und Funktion. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2002, 121ff
10. Hildebrandt H-D, Tackmann W: Neurodyn-Fußheberorthese – dynamische Alternative zur Peronäusschiene bei schlaffen Lähmungen. *Orthopädische Praxis*, 1998; 34 (7): 478-481
11. Heller S, Wulf D, Weinandy-Trapp M, Hartmann E, Koenig E: Veränderung des hemiparetischen Gangbildes beim Einsatz einer angepassten Unterschenkelorthese. *Neurologie und Rehabilitation* 1998; 5: 229-266
12. Herterich B, Steube D, Meier K: Gipstherapie als additive Behandlung bei der Botulinumtoxin A-Applikation bei spastischem Syndrom. *Krankengymnastik* 1999; 51 (6): 987-996

13. Herterich B, Steube D, Hanf K: Laufbandtherapie bei Patienten mit erworbenen Hirnschäden – Ergebnisverbesserung durch Einführung von Auswahlkriterien. *Neurol Rehabil* 2002; 8 (2): 88-92
14. Herterich B, Steube D, Bühner M: Laufbandtherapie bei Patienten nach ischämischem Hirninfarkt. *Rehabilitation* 2004; 43: 137 – 141
15. Hesse S, Werner C, v Frankenberg S, Bardeleben A: Neues in der Lokomotionstherapie von Patienten mit Hemiparese nach Schlaganfall. *Krankengymnastik – Zeitschrift für Physiotherapeuten* 2004; 56 (5): 830-835
16. Hohmann D und Uhlig R: *Orthopädische Technik*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1990
17. Kapandji IA: *Funktionelle Anatomie der Gelenke*. Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart 1999, 2001
18. Paeth Rohlfß B: *Erfahrungen mit dem Bobath-Konzept*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1999
19. Perry J: *Gait Analysis, Normal and Pathological Function*. Slack Incorporated 1992, deutsche Ausgabe: *Ganganalyse*. Urban und Fischer, München 2003
20. Tackmann W, Hildebrandt H-D: Neurodyn-Spastik-Fußheberorthese – eine Möglichkeit zur Kompensation zentraler Fußheberparesen. *Krankengymnastik – Zeitschrift für Physiotherapeuten* 2000; 52 (9): 1507-1511
21. Wade DT, Langton Hewer R: Functional abilities after stroke; measurement, natural history and prognosis. *J Neurol Neurosurg Psychiat* 1987; 50: 177-182

## Korrespondenzadresse

Angela Hartnick  
Abteilung Physiotherapie  
Neurologische Klinik GmbH  
Von-Guttenberg-Straße 10  
D-97616 Bad Neustadt an der Saale