

**EURAK** europa-akademie für health professionals  
european academy for health professionals

# **Die Auswirkungen von propriozeptiven Einlagen nach Jahrling auf den Gang bei Infantiler Zerebralparese**

Physiotherapeutische Betrachtung eines Fallbeispiels.

Diplomarbeit eingereicht durch  
Stefanie Hager  
Zur Erlangung des Titels  
„Physiotherapeutin“

Salzburg, Dezember 2007

## **ERKLÄRUNG**

„Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbst verfasst habe und die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken als solche kenntlich gemacht habe.

Die gegenständliche Arbeit wurde bisher noch keinen anderen Prüfungsgremien vorgelegt und keinerlei Veröffentlichung zugeführt.“

## **DANKSAGUNG**

Allen voran möchte ich mich vielmals bei meiner Erstleserin Frau Michaela Jahn, leitende Physiotherapeutin der Neuropädiatrie, SALK und bei meinem Zweitleser Herrn Ulrich Gmach, Physiotherapeut, für die Betreuung und Unterstützung während dem Verfassen meiner Diplomarbeit bedanken!

Besonders hervorheben möchte ich auch Johanna Költringer, eine gute Freundin und hervorragende Korrekturleserin die mir immer zur Seite Stand!

Ein weiteres Dankeschön gebührt meinem Freund Thomas Natschläger, der mich emotional und mit seinem technischen Wissen tatkräftigst bei der Umsetzung meiner Diplomarbeit unterstützte!

Meine Diplomarbeit möchte ich meinen Eltern widmen und mich gleichzeitig damit bedanken, dass sie mir die Ausbildung zur Physiotherapeutin ermöglicht und während der letzten Jahre so viel Mühe und Geduld aufgebracht haben!

Danke!

## VORWORT

Als Tochter eines Orthopädieschuhmachermeisters kam ich schon relativ früh mit medizinischen Themen, überwiegend im orthopädischen Bereich, in Berührung. Im Rahmen meiner Mitarbeit im elterlichen Betrieb habe ich mich im Laufe der Zeit immer mehr mit den verschiedenen Krankheitsbildern der Kunden befasst. So kam es schließlich, dass ich mich dazu entschloss, die Ausbildung zur Physiotherapeutin an der Europaakademie für health professionals in Hall in Tirol zu absolvieren.

Als es galt, ein geeignetes Thema für meine Diplomarbeit zu finden, kam ich schnell zu einer Entscheidung: Seit zirka einem Jahr werden im Betrieb meiner Eltern auch sensomotorische Einlagen nach Jahrling angefertigt. Dabei ist unser Unternehmen im ständigen Kontakt mit der Abteilung für Neuropädiatrie an der Salzburger Landesklinik, dem Ambulatorium für Entwicklungsdiagnostik der Lebenshilfe sowie mit anderen physiotherapeutischen Einrichtungen. Mich faszinierte dabei vor allem die Tatsache, dass es nur der engen Zusammenarbeit zwischen Ärzten, Physiotherapeuten, Orthopädieschuhmachern und den Eltern betroffener Kinder, zu verdanken ist, dass vielen Kindern das Gehen erleichtert werden kann – und den Betroffenen dadurch ein Stück Lebensqualität zurückgegeben wird.

Diese interdisziplinäre Arbeit, sowie der medizinische Hintergrund der propriozeptiven Einlagen nach Jahrling hat mich so begeistert, dass ich mich mit diesem Thema näher beschäftigen wollte.

## **ZUSAMMENFASSUNG**

### **Titel**

Die Auswirkungen von propriozeptiven Einlagen nach Jahrling auf den Gang bei Infantiler Zerebralparese. Physiotherapeutische Betrachtung eines Fallbeispiels.

### **Hypothese**

- „Eine Einlagenversorgung hat (in Kombination mit der „herkömmlichen“ PT-Behandlung) eine unterstützende positive Wirkung auf das Gangbild von ICP-Patienten.“
- „Der Physiotherapeut ist in der Einlagenversorgung nach Jahrling eine wichtige Instanz und muss in den gesamten Arbeitsprozess zur optimalen Therapie einbezogen werden.“

### **Inhalt**

In der vorliegenden Arbeit, werden die Grundlagen und die Wirkungsprinzipien der sensomotorischer Einlagen nach Jahrling beschrieben. Des Weiteren wurde ein Fallbeispiel mit einem zerebralparetischen Kind durchgeführt, um zu zeigen welche Auswirkungen die Einlage auf das Gangbild hat. Zusätzlich wurde ein spezieller Befundbogen konzipiert der die Herstellung und Versorgung durch die sensomotorischen Einlagen erleichtern soll. Schließlich wird die physiotherapeutische Relevanz einer sensomotorischen Orthesenversorgung bei infantiler Zerebralparese diskutiert.

### **Ergebnisse**

Hypothese I kann bestätigt werden, das Gangbild zeigt eine positive Veränderung am hemiparetischen Bein. Die zweite Hypothese kann ebenfalls bestätigt werden und wird im Rahmen der Befundbogenerhebung deutlich.

### **Schlüsselwörter**

Sensomotorik, Propriozeption, Afferenzstimulierende Einlagen, Infantile Zerebralparese, Ganganalyse

## **ABSTRACT**

### **Title**

The effects of proprioceptive inlays according to Jahrling on the gait pattern of people suffering from infantile cerebral palsy. Physiotherapeutical reflection on a case study.

### **Hypothesis**

- „A supply of inlays (together with a „traditional“ PT-treatment) has a positive supportive effect on the gait pattern of patients with ICP.“
- „The physiotherapist is an important authority when it comes to the supply of inlays according to Jahrling and shall be involved in the entire process in order to provide an optimal therapy.“

### **Content**

This paper describes the basics and the mechanisms of action of sensomotorical inlays according to Jahrling. A case study on a child with cerebral palsy has been carried out in order to show the effects of such inlay on the gait pattern. In addition, a special findings sheet has been created which shall facilitate the production and supply of sensomotorical inlays. In conclusion, the physiotherapeutical pertinence of a supply of sensomotorical orthoses shall be discussed.

### **Results**

Hypothesis I can be confirmed; the gait pattern shows a positive variation on the hemiparetic leg. The second hypothesis can also be confirmed, which will clearly show within the scope of the data collection for the findings sheet.

### **Key Words**

sensomotorical function, proprioception, inlays stimulating afference, infantile cerebral palsy, gait analysis

## LITERATURRECHERCHE

Die Informationen, die in dieser Diplomarbeit verwertet wurden, wurden aus verschiedener Fachliteratur, Skripten der Firma Footpower sowie Fachbüchern aus eigener Sammlung entnommen.

Des Weiteren wurde auch das Internet zur Literatursuche genutzt, wobei hauptsächlich auf die Suchmaschine Google zurückgegriffen wurde. Die Literaturrecherche über spezialisierte medizinische Datenbanken wie Medline oder PubMed erwies sich als schwierig, da für die Zwecke dieser Diplomarbeit die Abstracts häufig zu oberflächlich und ungenau waren, oder der Zugriff auf die einzelnen Arbeiten teilweise oder sogar komplett verweigert wurde. So wurde der Hauptteil der Informationen aus medizinischer Fachliteratur bezogen.

Weitere wichtige Informationen – insbesondere bezüglich des praktischen Umgangs mit Kindern, die an infantiler Zerebralparese leiden – erhielt ich im Rahmen eines Fortbildungslehrgang an der SALK (Salzburger Landeskliniken), sowie durch viele intensive Diskussionen und Email-Korrespondenz mit Frau Michaela Jahn, der leitenden Physiotherapeutin der Neuropädiatrie an der SALK, mit meinem Vater, Orthopädieschuhmachermeister Manfred Hager, sowie mit Herrn Physiotherapeuten Bernd Rockenfeller.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ziele.....	2
<b>2</b>	<b>INFANTILE ZEREBRALPARESE (ICP)</b> .....	<b>3</b>
2.1	Definition.....	3
2.2	Epidemiologie .....	3
2.3	Ätiologie.....	4
2.4	Klinik.....	5
2.5	Einteilung und Kategorisierung .....	5
	2.5.1 Ausdehnung der spastischen Lähmung/Topographische Einteilung .....	6
	2.5.2 Erscheinungsform der motorischen Störung/hypertone und hypotone Formen.	8
2.6	Pathologisches Gangbild .....	9
<b>3</b>	<b>GANGANALYSE</b> .....	<b>11</b>
3.1	Standbeinphase (Stance).....	12
	3.1.1 Initial contact (Initialer Kontakt).....	12
	3.1.2 Loading response (Stoßdämpfungsphase) .....	12
	3.1.3 Mid stance (Mittlere Standphase).....	13
	3.1.4 Terminal stance (Terminale Standphase) .....	13
	3.1.5 Pre-swing (Vorschwungphase).....	14
3.2	Spielbeinphase (Swing) .....	15
	3.2.1 Initial swing (Initiale Schwungphase).....	15
	3.2.2 Mid swing (Mittlere Schwungphase).....	15
	3.2.3 Terminal swing (Terminale Schwungphase) .....	16
<b>4</b>	<b>GRUNDLAGEN DER NEUROANATOMIE</b> .....	<b>17</b>
4.1	Einteilung .....	17
4.2	Zentralnervensystem.....	17
	4.2.1 Telencephalon (Groß- oder Endhirn).....	17
	4.2.2 Limbisches System.....	21
	4.2.3 Cerebellum (Kleinhirn).....	22
	4.2.4 Rückenmark (Medulla Spinalis).....	22
<b>5</b>	<b>THERAPIE</b> .....	<b>24</b>
5.1	Das Bobath-Konzept.....	25
5.2	Vojta .....	27
5.3	Orthesenversorgung .....	29



<b>6</b>	<b>SENSOMOTORISCHE EINLAGEN NACH JAHRLING .....</b>	<b>30</b>
6.1	<b>Sensomotorik.....</b>	<b>30</b>
6.1.1	<i>Exterozeption (Oberflächensensibilität).....</i>	<i>31</i>
6.1.2	<i>Propriozeption (Tiefensensibilität).....</i>	<i>32</i>
6.1.3	<i>Motorisches Lernen.....</i>	<i>33</i>
6.2	<b>Anatomie des Fußes.....</b>	<b>35</b>
6.2.1	<i>Das Fußskelett – Wölbung/Gewölbe und Funktion.....</i>	<i>35</i>
6.2.2	<i>Bandapparat und Muskelsysteme.....</i>	<i>35</i>
6.3	<b>Wirkungsprinzip der Jahrling-Einlage.....</b>	<b>37</b>
6.3.1	<i>Informationspunkte.....</i>	<i>38</i>
6.3.2	<i>Einlagenversorgung.....</i>	<i>40</i>
<b>7</b>	<b>FALLSTUDIE .....</b>	<b>42</b>
7.1	<b>Verwendete Materialien .....</b>	<b>42</b>
7.2	<b>Kriterien für die Teilnahme .....</b>	<b>42</b>
7.3	<b>Patientin.....</b>	<b>43</b>
7.4	<b>Befundbogen .....</b>	<b>43</b>
7.5	<b>Befunderhebung .....</b>	<b>46</b>
7.6	<b>Diskussion der Ergebnisse.....</b>	<b>49</b>
7.7	<b>Kritik an der Studie.....</b>	<b>50</b>
7.8	<b>Fazit.....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>GRAFIK- UND TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>60</b>

# 1 Einleitung

Wie im Vorwort bereits erwähnt, hat mich vor allem der Umstand, dass ich den gesamten Prozess der Behandlung von infantiler Zerebralparese – von der Untersuchung, über die Fertigung der Einlagen, bis hin zu deren Anpassung und Nachkontrolle – persönlich mitverfolgen konnte, dazu bewegt, mich im Rahmen meiner Diplomarbeit mit dem Thema eingehend zu beschäftigen.

Darüber hinaus hatte ich während meines 5-wöchigen Praktikums in der neuropädiatrischen Abteilung der Salzburger Landeslinik die Möglichkeit, bei der Therapie von Kindern mit infantiler Zerebralparese (ICP) anwesend zu sein und mitzuwirken. Dies ermöglichte es mir, die durch die Therapie erzielten Fortschritte bzw. Veränderungen zu erkennen und zu dokumentieren.

Anfang Juni 2007 hatte ich die Möglichkeit, gemeinsam mit meinem Vater sowie unserem Mitarbeiter Herrn Markus Wallner, Orthopädie-schuhmachermeister, an der „Jahrling-Fortbildung“ der SALK teilzunehmen. Im Rahmen dieses Fortbildungslehrganges nutzte ich die Gelegenheit, mit Herrn Jahrling, OSM und Entwickler der sensomotorischen Einlagen nach Jahrling, sowie Herrn Physiotherapeuten Bernd Rockenfeller in Kontakt zu treten und verschiedenen Patientendemonstrationen beizuwohnen. So war der Grundstein für meine Diplomarbeit gelegt und ich fühlte mich dadurch noch mehr in meinem Projekt bestätigt.

Das Krankheitsbild der infantilen Zerebralparese zeigt sich auf verschiedene Art und Weise, wodurch auch die Therapie und Orthesenversorgung von Fall zu Fall individuell gestaltet werden muss. Daraus ergeben sich für meine Diplomarbeit, die im nachfolgenden Kapitel beschriebenen Ziele.

## 1.1 Ziele

Die vorliegende Arbeit beinhaltet neben einem theoretischen Abschnitt auch einen empirischen Teil, einer von mir durchgeführten Fallstudie. Diese hat das Ziel, folgende Hypothesen zu hinterfragen:

- „Eine Einlagenversorgung nach Jahrling hat (in Kombination mit der „herkömmlichen“ PT-Behandlung) eine unterstützende positive Wirkung auf das Gangbild von ICP-Patienten.“
- „Der Physiotherapeut ist in der Einlagenversorgung nach Jahrling eine wichtige Instanz und muss in den gesamten Arbeitsprozess zur optimalen Therapie einbezogen werden.“

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, die Effizienz von Einlagen nach Jahrling aufzuzeigen, welche mit Hilfe des konzipierten Befundbogens sowie der Videoganganalyse herausgearbeitet wurde. Des Weiteren soll die Wichtigkeit des Physiotherapeuten vor und während der Einlagenversorgung sowie die zusätzliche „normale“ physiotherapeutische Behandlung festgestellt werden.

Der erste Teil der Arbeit bezieht sich auf die theoretischen Grundlagen. Hierbei wird im speziellen auf die Grundidee der afferenzstimulierenden Einlagen sowie auf die Ganganalyse und auf das pathologisch veränderte Gangbild bei Infantiler Zerebralparese eingegangen. Der zweite Teil ist einer empirischen Fallstudie gewidmet. In diesem Abschnitt wird der im Zuge der Diplomarbeit konzipierte Befundbogen erläutert und ein Patientenbeispiel sowie die gesamte Dokumentation und Interpretation der Ergebnisse beschrieben.

## 2 Infantile Zerebralparese (ICP)

### 2.1 Definition

*„Die infantile Zerebralparese (IZP) ist eine bleibende, aber nicht unveränderbare Haltungs- und Bewegungsstörung infolge einer prä-, peri- oder postnatalen zerebralen Funktionsstörung, die eingetreten ist, bevor das Gehirn seine Reifung und Entwicklung abgeschlossen hat<sup>1</sup>.“*

Die Schädigung des Gehirns selbst ist irreversibel und nicht progredient, da jedoch die Ansprüche der Umwelt an das Nervensystem komplexer werden, tritt die Behinderung immer mehr zu Tage. Dies hat Auswirkungen auf die Symptome, welche sich verbessern oder verschlechtern können. Diese Tatsache ist erstens von dem Primärschaden (Lokalisation und Ausmaß des Defekts) abhängig und zweitens von den während der Entwicklung aufgetretenen Sekundärschäden, die sich als Folge mangelnder Aneignung neuer Fähigkeiten ausbilden<sup>2</sup>.

### 2.2 Epidemiologie

Pro 1 000 Neugeborenen sind etwa ein bis fünf Kinder von der Zerebralparese betroffen<sup>3</sup>. Durch die Fortschritte in der Perinatalogie lässt sich einerseits eine Verringerung der Erkrankungshäufigkeit feststellen, andererseits überleben nun mehr Kinder mit bleibenden und schweren Schäden, die früher gestorben wären. Dadurch lässt sich eine klare Prognose oder Tendenz der Erkrankungszahlen nicht genau vorhersehen<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> zit. in Ferrari et al. (1998), S. 15

<sup>2</sup> vgl. Ferrari et al. (1998), S. 15

<sup>3</sup> vgl. Niethard et al. (2005), S. 277

<sup>4</sup> vgl. Feldkamp (1996), S. 16

## 2.3 Ätiologie

Die infantile Zerebralparese ist keine einheitliche Erkrankung, sondern ein Symptomkomplex. Die Ätiologie lässt sich nach dem Zeitpunkt der Hirnschädigung einteilen:

### Pränatale Ursachen

- Intrauterine Infektionen (z.B. Toxoplasmose, Herpes, Syphilis)
- Intrauterine Toxineinwirkung (Medikamenten- und Suchtgiftabusus)
- Hypoxie
- Blutgruppenunverträglichkeit

### Perinatale Ursachen

- Risikogeburten (vor allem Frühgeburten)
- Anoxien (z.B. Lageanomalien, Zangen- oder Saugglockenentbindungen, Nabelschnurumschlingungen)
- Diverse Geburtstraumata mit resultierenden intrakraniellen Blutungen

### Postnatale Ursachen

- Infektionen und Entzündungen (z.B. Meningitis, Enzephalitis)
- Schädel-Hirn-Verletzungen

Die verschiedenen Ursachen oder Faktoren sollten nicht als Einzelnes betrachtet werden. Oftmals bedingen sich verschiedene Ursachen einander, so kann zum Beispiel eine Infektion während der Schwangerschaft eine Frühgeburt auslösen, wobei diese wiederum ein erhöhtes Risiko darstellt.

Zirka 40 % der infantilen Zerebralparesen sind vermeidbar. Dies ist vor allem im Hinblick auf die aus Frühgeburten resultierenden Erkrankungen von Bedeutung – regelmäßige Vorsorgeuntersuchungen während der Schwangerschaft sind daher von enormer Wichtigkeit<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> vgl. Niethard et al. (2005), S. 277

## 2.4 Klinik

Das Krankheitsbild der infantilen Zerebralparese zeigt sich auf verschiedene Art und Weise, da die unterschiedlichen Hirnschädigungen verschiedene Erscheinungsbilder verursachen. Zusätzlich zur motorischen Beeinträchtigungen können weitere Funktionssysteme beeinträchtigt sein. Daraus ergibt sich, dass die betroffenen Kinder meist mehrfach behindert sind, was im Zuge des Rehabilitationsprogramms berücksichtigt werden muss.

Kinder mit ICP haben oft begleitend:

- sensorische Störungen (Empfindungsstörungen der Oberflächen- und Tiefensensibilität)
- Perzeptionsstörungen (Störungen der Weiterverarbeitung und Sinneswahrnehmung)
- Kognitive Störungen
- Intelligenzdefizite<sup>6</sup>

Natürlich ist für eine korrekt ausgeführte Bewegung eine intakte Wahrnehmung eine maßgebliche Voraussetzung<sup>7</sup>.

## 2.5 Einteilung und Kategorisierung

Die verschiedenen Ursachen der infantilen Zerebralparese beeinflussen den normalen Reifungsprozess des zentralen Nervensystems. Der Hirnstamm bestimmt hauptsächlich die Motorik des Neugeborenen. Die Krankheit kann nach den folgenden beiden Gesichtspunkten unterschieden werden:

- Ausdehnung der spastischen Lähmung/Topographische Einteilung
- Erscheinungsform der motorischen Störung/hypertone und hypotone Formen<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> vgl. Niethard et al. (2005), S. 279

<sup>7</sup> vgl. Ferrari et al. (1998), S. 277 f.

<sup>8</sup> vgl. Niethard et al. (2005), S. 279; vgl. Miller et al. (1998), S.4

## 2.5.1 Ausdehnung der spastischen Lähmung/Topographische Einteilung

### Spastische Diparese

Die Spastische Diparese ist gekennzeichnet durch die vorherrschende Behinderung der unteren Extremität, wobei jedoch auch Arme und Hände betroffen sind. Die ischiokrurale Muskulatur (medial mehr als lateral), der M. iliopsoas und der M. tensor fasciae latae sind hauptsächlich beeinträchtigt, die Adduktoren weniger. Am Unterschenkel sind vor allem das Caput Mediale des M. gastrocnemius, der M. tibialis posterior, die langen Zehenbeuger sowie der M. peroneus longus betroffen. In der Regel sind Kinder mit spastischer Diparese fortbewegungsfähig, meist mit Hilfsmittelversorgung. Die bevorzugte Fortbewegungsart ist das Robben oder der Häschensprung<sup>9</sup>. Normalerweise gibt es keine Beeinträchtigung der Intelligenz, häufig schielen die Kinder<sup>10</sup>.

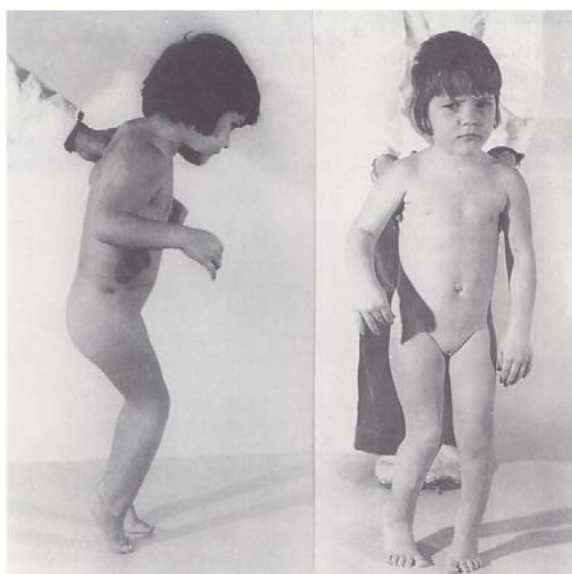


Abb. 1: Feldenkamp (1996), S. 19

#### **Spastische Diparese:**

*gute Kopfkontrolle, schwache Rumpfaufrichtung;*

OEX: *Flexionstendenz, Unterarm in Pronation*

UEX: *Hüfte in Extension, ADD und IR; Knie in Flexion, Zehenstand*

### Die spastische Tetraparese

Die Tetraparese oder Tetrapastik ist eine generalisierte Lähmung<sup>11</sup>, d.h. die obere und die untere Extremität sind stark in Tonus und Bewegung betroffen und selten ist die Störung symmetrisch verteilt. Die postural-motorische Entwicklung, d.h. die Meilensteile der motorischen Entwicklung

<sup>9</sup> vgl. Feldenkamp (1996), S. 18 f.

<sup>10</sup> vgl. Niethard et al. (2005), S. 277

<sup>11</sup> vgl. Niethard et al. (2005), S. 277

werden mit einem erheblichen Rückstand durchlaufen. Die Prognose für eigenständiges Gehen sowie für die Handgeschicklichkeit ist ungünstig. Oftmals sind die Augen und Ohren mitbetroffen, optische Agnosie, Verminderung der Sehschärfe und Hörschäden sind keine Seltenheit. Infolge der frühzeitigen Bewegungs- und Wahrnehmungsstörungen kommt es häufig zur geistigen Retardierung. Sekundärschäden, verursacht durch die Spastizität, sind diffuse Muskel- und Gelenkkontrakturen sowie Deformitäten der Wirbelsäule<sup>12</sup>.



Abb. 2: Feldkamp (1996), S. 20

**Spastische Tetraparese:** 2-jähriger Junge;  
OEX: Ellbogen sind flektiert, Hände gefaustet.  
UEX: Beine in ADD mit Tendenz zur Überkreuzung

### **Spastische Hemiparese**

Die Störung von Muskeltonus und der willkürlichen Bewegung ist auf eine Körperhälfte beschränkt. Meistens ist die obere Extremität mehr betroffen als die untere und die Ausprägung ist distal stärker. Am Arm findet man eine Flexionssynergie von Ellbogen- und Handgelenk, Finger und Daumen sind flektiert und der Daumen ist zusätzlich noch adduziert. Die betroffene Beckenhälfte ist in Folge einer eingeschränkten Hüftgelenksextension hoch- und zurückgezogen. Beim Fuß sind Spitzfußstellungen, sowie Klumpfuß- und Knickfußstellungen häufig vorzufinden. Oftmals besteht eine Beinlängendifferenz, wobei das betroffene Bein funktionell länger ist<sup>13</sup>. In vielen Fällen ist auch eine Störung des Körperschemas sowie eine Agnosie oder Dyspraxie festzustellen. Ist die vorherrschende Hirn-

---

<sup>12</sup> vgl. Ferrari et al. (1998), S. 9

<sup>13</sup> vgl. Feldkamp (1996), S.22



hemisphäre betroffen, kann es zu einer Sprachstörung kommen (z.B. im Falle einer rechtsseitigen Hemiparese liegt die Schädigung linkshirnig). Die gelähmte Körperseite entwickelt Gelenk- und Muskelkontrakturen und die Trophik der Muskeln und Knochen ist verringert. Hemiplegische Kinder sind fast immer selbständig gehfähig<sup>14</sup>.

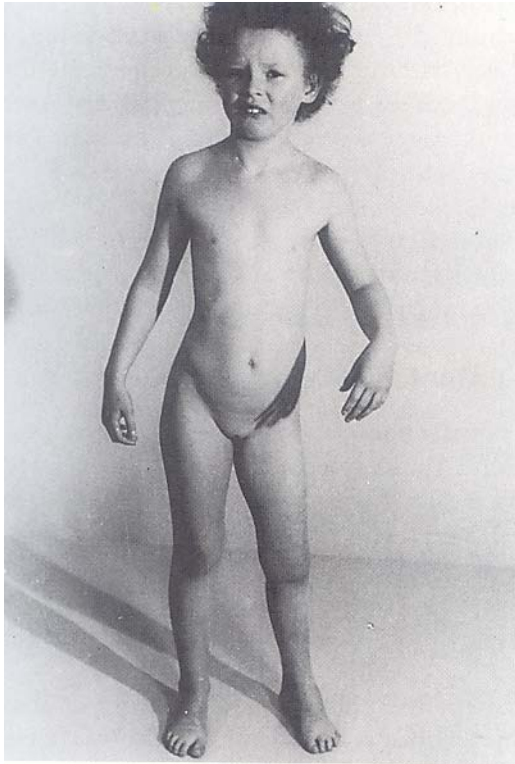


Abb. 3: Feldkamp (1996), S. 21

**Hemiparese re:** typisches Muster in Ruhe schlecht erkennbar, in Aktion besteht eine typische Flexionssynergie der OEX, sowie eine Spitzfußtendenz

## **2.5.2 Erscheinungsform der motorischen Störung/hypertone und hypotone Formen**

### **Ataxie und Hypotonie**

Ataxie und Hypotonie treten als Beileitsymptome auf und sind Ausdruck einer Kleinhirnschädigung. Die ataktische Form ist gekennzeichnet durch eine Störung der Bewegungskoordination (Tremor, Dysmetrie, Adiadochokinese usw.) und des Gleichgewichts<sup>15</sup>. Die Bewegung kann nicht gezielt und dosiert ausgeführt werden. Als Folge der Bewegungsarmut geht die zerebrale Hypotonie oftmals mit einer geistigen Retardierung einher. Betroffene Kinder benötigen intensive Reize zur Eigenwahrnehmung, Bewegung und Muskeltonussteigerung. Typisch für

<sup>14</sup> vgl. Ferrari et al. (1998), S. 10

<sup>15</sup> vgl. Ferrari et al. (1998), S. 11

dieses Begleitsymptom ist der breitbeinige Stand zur Vergrößerung der Unterstützungsfläche<sup>16</sup>.

### **Dystonie**

Diese Art der motorischen Störung wird durch eine Dysfunktion des extrapyramidalen Systems verursacht. Das Erscheinungsbild ist während Ruhezustand und Aktivität unterschiedlich, d.h. der Grundtonus ist während dem Ruhezustand deutlich verringert, wohingegen der Tonus bei körperlicher Aktivität merklich erhöht ist. Es kommt zu schnellen, unkontrollierten und unkoordinierten Hyperkinesien im Gesichts- und Zungenbereich. Durch die dauernde Tonusdysregulation der Mund- und Schluckmuskulatur kann die Sprache beeinträchtigt sein.

### **Athetose**

Die Athetose wird ebenso wie die Dystonie durch Dysfunktionen des extrapyramidalen Systems hervorgerufen. Das klinische Bild ist gekennzeichnet durch langsame, unrhythmische und wurmförmige Bewegungen. Die geistige Entwicklung ist meistens normal und die Sprache ist dysarthrisch. Die genaue Unterscheidung zwischen Dystonie und Athetose ist oftmals nicht einfach<sup>17</sup>. Die Athetose ist eine typische Folge des Kernikterus<sup>18</sup>.

## **2.6 Pathologisches Gangbild**

Da bei der infantilen Zerebralparese eine zentrale Störung des sensomotorischen Systems vorliegt, zeigt sich diese Veränderung in einem „unökonomischen“ Gangbild wieder. Wie bereits beschrieben, ist die infantile Zerebralparese keine einheitliche Erkrankung, sondern ein Symptomkomplex<sup>19</sup>. Daraus ergibt sich, dass die bei den betroffenen Menschen auftretenden Gangstörungen auch bei gleicher Diagnose einer großen Variationsbreite unterliegen.

---

<sup>16</sup> vgl. Feldkamp (1996), S. 24 f.

<sup>17</sup> vgl. Ferrari et al. (1998), S. 12 f.

<sup>18</sup> vgl. Niethard et al. (2005), S. 279

<sup>19</sup> URL 1

Ein pathologisches Gangbild kann durch folgende Charakteristika geprägt sein:

- Reduzierte Standstabilität (Verlust von Sicherheitsgefühl)
- Verringerte Gehgeschwindigkeit
- Abnehmende Progression
- Erhöhter Energieverbrauch, dadurch schnellere Ermüdung<sup>20</sup>

Es treten immer wieder typische Kompensationsbewegungen auf, die der Therapeut als solche erkennen muss, um die Therapie bestmöglich zu gestalten. Beispielsweise steht dem Behinderten oftmals nur die Möglichkeit des Bewegens im Bereich der Beine durch reziprokes totales Flektieren und Extendieren mit einhergehender Hüftadduktion und – innenrotation zur Verfügung. Diese „einfache“ Form des Gehens schließt sowohl Balance als auch Adaption an Besonderheiten der Bodenbeschaffenheit aus<sup>21</sup>.

Es reichen bereits minimale Störungen im sensomotorischen System, so dass es zu einer Verminderung der Präzision in der Tätigkeit der Muskeln kommt – die selektive Muskelkontrolle sowie das Gleichgewicht sind gestört. Daraus entstehen typische Gang- und Hinkmechanismen wie z.B. der Trendelenburg- und Duchenne-Mechanismus.

### **Duchenne-Hinken (Entlastungshinken):**

Während der Belastungsphase des betroffenen Beines wird der Schwerpunkt des Brustkorbs auf die Seite des betroffenen Beins verlagert – dies hat ein Absinken der betroffenen (ipsilateralen) Hüfte zur Folge. Bei Entlastung wandert der Schwerpunkt wieder zurück zur Körpermitte<sup>22</sup>.

---

<sup>20</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S. 124

<sup>21</sup> vgl. Feldkamp (1979), S. 34

<sup>22</sup> vgl. Klein-Vogelbach (2001), S. 222

## Trendelenburg-Hinken

Dieser Hinkmechanismus entsteht durch eine Adduktoreninsuffizienz. Bei Stand auf dem betroffenen Bein und gleichzeitigem Anheben des flektierten kontralateralen Beins sinkt das kontralaterale Becken ab<sup>23</sup>.

## 3 Ganganalyse

Man kann auf verschiedene Arten den Gang analysieren. Eine der international bekanntesten und basierend auf den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen, ist die Ganganalyse nach Götz-Neumann.

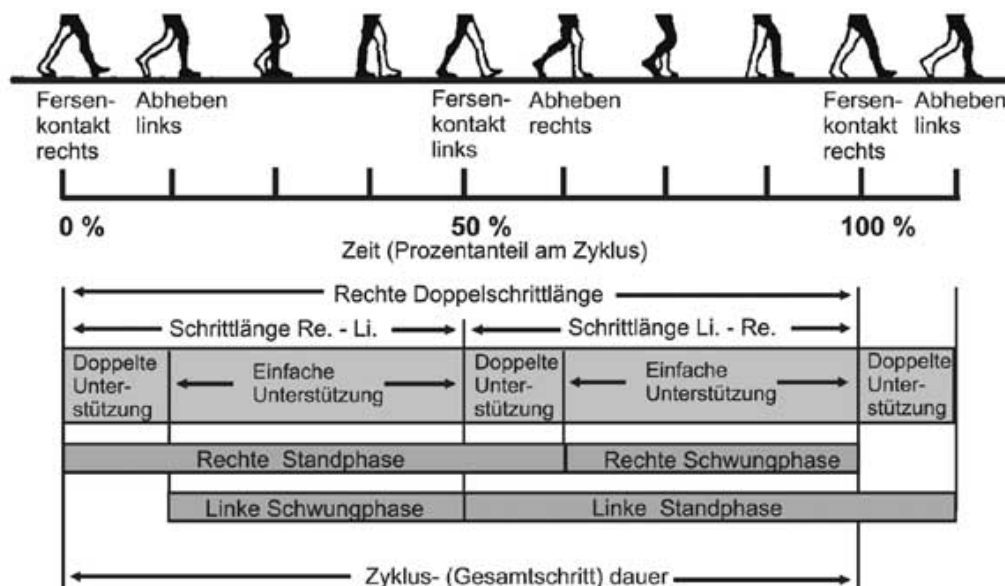


Abb. 4: Gangzyklus: URL 7

Jeder Gangzyklus ist in fünf Standbeinphasen (entspricht 60 % des gesamten Gangzyklus) und in drei Schwungbeinphasen (40 %) unterteilt, alle Phasen haben gemeinsame funktionelle Aufgaben zu erfüllen:

- Gewichtsübernahme
- Einbeinstand
- Vorwärtsbewegung des Schwungbeins.

<sup>23</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S. 192

### **3.1 Standbeinphase (Stance)**

Die Aufgaben der Standbeinphase sind die Gewichtsübernahme und der Einbeinstand. Die Gewichtsübernahme erfolgt wiederum in zwei Phasen: Initial contact und Loading response. Der Einbeinstand wird in drei Phasen unterteilt: Mid stance, Terminal stance und Pre-swing, wobei die zuletzt genannte Teilphase eine Sonderstellung einnimmt - sie beendet den Einbeinstand und leitet zur gleichen Zeit den Übergang zur Schwungbeinphase ein.<sup>24</sup>

#### **3.1.1 Initial contact (Initialer Kontakt)**

Ist der Moment in dem die Ferse auf den Boden aufsetzt, gleichzeitig ist es die Vorbereitung für das Stoßdämpfungsverhalten des Beins. Das kontralaterale Bein befindet sich in Pre-swing.

Das Hüftgelenk ist 20° und das Kniegelenk ist 5° flektiert, das obere Sprunggelenk befindet sich in der Neutral-Null-Stellung, das untere Sprunggelenk ebenso oder in leichter Inversionsstellung. Folgende Muskeln sind während dieser Phase aktiv: die Hüftextensoren (M. quadriceps ohne M. rectus femoris), M. tibialis anterior, M. extensor digitorum longus und M. extensor hallucis longus<sup>25</sup>.

#### **3.1.2 Loading response (Stoßdämpfungsphase)**

Diese Phase wird mit dem Initial contact eingeläutet und endet mit dem Abheben des kontralateralen Beins. Es ist die erste doppelt unterstützte Standphase und erstreckt sich von 0 – 12 % des Gangzyklus. Die Aufgaben dieser Phase sind: die Stoßdämpfung (die durch die kontrollierte Knieflexion bewirkt wird), die Stabilitätsgewährleistung trotz Gewichtsübernahme auf das Bein (Kniegelenks- und Hüftgelenksstabilisation sorgen für eine aufrechte Rumpfhaltung) und das Beibehalten der Vorwärtsbewegung.

---

<sup>24</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S. 10 f.

<sup>25</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S. 12, 44

Das Hüftgelenk ist 20° und das Kniegelenk 15° flektiert. Das obere Sprunggelenk befindet sich in 5° Plantarflexion und das untere Sprunggelenk in 5° Eversionsstellung, welche wiederum eine Pronation bewirkt. Im Hüftgelenk sind die Extensoren und die Abduktoren aktiv. Des Weiteren sind der M. quadriceps (ohne M. rectus femoris) und die prätibiale Muskulatur aktiv, sowie der M. tibialis posterior<sup>26</sup>.

### **3.1.3 Mid stance (Mittlere Standphase)**

Diese Teilphase beginnt mit dem Abheben des kontralateralen Fußes und endet mit der Fersenanhebung des Referenzbeins und erstreckt sich über 12 – 31 % des Gangzyklus. Das komplette Körpergewicht lastet jetzt auf einem Bein. Die entscheidenden Ereignisse in Mid stance sind, die kontrollierte Vorwärtsbewegung der Tibia und die Gewährleistung der Bein- und Rumpfstabilität. Das kontralaterale Bein bewegt sich währenddessen von Initial swing nach Mid swing.

Das Hüftgelenk befindet sich in einer Neutral-Null-Stellung, wohingegen das Kniegelenk sich in einer 5° Flexion und das obere Sprunggelenk in einer 5° Dorsalextension befinden. Die Hüftabduktoren sind aktiv sowie der M. quadriceps (ohne M. rectus femoris), der nur in der Anfangsphase aktiv ist. Die Plantarflexoren arbeiten exzentrisch. Im unteren Sprunggelenk wird die Eversion durch Aktivierung folgender Muskeln reduziert: M. soleus, M. tibialis posterior, M. flexor digitorum longus und M. flexor hallucis longus. Weiters sind die Peronei zur seitlichen Stabilisierung aktiv<sup>27</sup>.

### **3.1.4 Terminal stance (Terminale Standphase)**

In dieser Phase wird der Einbeinstand beendet, sie beginnt mit der Fersenanhebung des Referenzbeins und endet mit Initial contact des kontralateralen Beins. Terminal stance erstreckt sich von 31 – 50 % des

---

<sup>26</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S. 12, 45

<sup>27</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S. 12, 46

Gangzyklus, hierbei rollt der Fuß ab und der Körperschwerpunkt wird weit über die Unterstützungsfläche des Vorfußes hinaus verlagert.

Das Hüftgelenk befindet sich in 20° sichtbarer Hyperextension, das Kniegelenk ist 5° flektiert und das obere Sprunggelenk 10° dorsalextendiert. Im unteren Sprunggelenk wird die Eversion auf 2° reduziert es sind wieder die Inversionsmuskeln und die Peronei zur seitlichen Stabilisation aktiv. Zusätzlich werden die Metatarsophalangealgelenke zirka 30° extendiert<sup>28</sup>.

### **3.1.5 Pre-swing (Vorschwungphase)**

Diese Phase wird mit dem Initial contact des kontralateralen Beins eingeleitet und durch das Abheben der Zehen des Referenzbeins (Toe-off) beendet. Sie erstreckt sich von 50 – 62 % des Gangzyklus. In dieser Phase hat das Referenzbein ebenso wie das kontralaterale Bein Bodenkontakt, es ist die terminale doppelt unterstützte Standphase. Das kontralaterale Bein befindet sich in Initial contact/Loading response. Der Pre-swing wird der Standbeinphase zugeordnet, gehört aber funktionell gesehen bereits zu der Schwungphase.

Das Hüftgelenk befindet sich in 10° sichtbarer Hyperextension und das Kniegelenk ist 40° flektiert. Das obere Sprunggelenk ist 15° plantarflektiert und das untere Sprunggelenk befindet sich in Neutral-Null-Stellung. Die Metatarsophalangealgelenke sind 60° dorsalextendiert. Im Hüftgelenk zeigt sich eine beginnende Aktivität des M. adductor longus, im oberen Sprunggelenk gibt es eine residuale Aktivität der Plantarflexoren und auch der M. flexor hallucis longus u der M. flexor digitorum longus zeigen zu Beginn der Phase eine Restaktivität<sup>29</sup>.

---

<sup>28</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S. 13, 47 f.

<sup>29</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S. 13, 48 f.

## **3.2 Spielbeinphase (Swing)**

### **3.2.1 Initial swing (Initiale Schwungphase)**

Diese Phase beginnt mit dem Abheben des Referenzbeins und endet wenn sich die Sprunggelenke von Stand- und Referenzbein überkreuzen (sichtbar in der Sagittalebene). Gegenstände während dieser Phase sind das Fußablösen vom Boden und das Nachvornebringen des Referenzbeins. Die Dauer dieser Phase erstreckt sich von 62 – 75 % des Gangzyklus. Sie wird auch als Beschleunigungsphase bezeichnet. Gleichzeitig befindet sich das kontralaterale Bein in der frühen Mid stance. Folgende Muskeln sind aktiv: M. adductor longus und M. iliacus beugen die Hüfte (15° Hüftflexion). M. satorius und M. gracilis flektieren Hüfte und Knie. Die Knieflexion wird weiters vom kurzen Kopf des M. biceps femoris unterstützt (60° Knieflexion). Das obere Sprunggelenk befindet sich in 5° Plantarflexion während hingegen das untere Sprunggelenk ebenso wie die Metatarsophalangealgelenke sich in Neutral-Null-Stellung befinden – die prätibiale Muskulatur ist aktiv<sup>30</sup>.

### **3.2.2 Mid swing (Mittlere Schwungphase)**

Diese Phase beginnt mit dem überkreuzen von der Tibia des Referenzbeins mit der Tibia des kontralateralen Beins und endet wenn die Tibia des Referenzbeins (Schwungbeins) senkrecht zum Boden steht. Mid swing erstreckt sich von 75 – 87 % des Gangzyklus. Das kontralaterale Bein befindet sich währenddessen in der späten Mid stance. Hüftgelenk und Kniegelenk sind 25 % flektiert, oberes und unteres Sprunggelenk und die Metatarsophalangealgelenke befinden sich in Neutral-Null-Stellung. Die folgende Muskulatur ist in dieser Phase aktiv: Hüftflexoren zu Beginn, Hamstrings am Ende, M. biceps femoris caput breve zu Beginn und die prätibiale Muskulatur während des gesamten Intervalls<sup>31</sup>.

---

<sup>30</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S. 13, 50

<sup>31</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S. 13, 51



### **3.2.3 Terminal swing (Terminale Schwungphase)**

Der Terminal swing beginnt wenn die Tibia des Referenzbeins vertikal zum Boden steht und endet wenn der Fuß des Referenzbeins den Boden berührt (Initial contact). Diese Phase erstreckt sich von 87 – 100% des Gangzyklus. Es ist die Übergangsphase von der Schwung- in die Standphase und bereitet das Bein für den Stand vor. Dies wird durch die simultane Aktivität der ischiokruralen Muskulatur und des M. quadriceps femoris erreicht. Weiters ist die prätibiale Muskulatur aktiv. Das Hüftgelenk ist 20° flektiert, das Kniegelenk befindet sich in 0 – 5 % in Flexion. Das Sprunggelenk befindet sich in der Neutral-Null-Stellung und die Metatarsophalangealgelenke sind 0 – 25 % extendiert. Das kontralaterale Bein befindet sich währenddessen in Terminal stance<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> vgl. Götz-Neumann (2006), S: 13, 52

## 4 Grundlagen der Neuroanatomie

In diesem Kapitel wird auf die Neuroanatomie sowie deren Aufbau und Funktion eingegangen, wobei nur jene Strukturen näher erläutert werden, die für die Bewegungsplanung und -durchführung maßgeblich sind.

Die Neuroanatomie ist die Grundlage einer jeden neurophysiotherapeutischen Therapieform.

### 4.1 Einteilung

Die Aufgabe des Nervensystems ist die Wahrnehmung und Verarbeitung von verschiedenen Prozessen, die sich innerhalb und außerhalb des Körpers (Enterozeption/Propriozeption und Exterozeption) abspielen, sowie die interne und externe Kommunikation des Organismus<sup>33</sup>.

Das Nervensystem wird morphologisch in das Zentralnervensystem (ZNS) und in ein peripheres Nervensystem (PNS) eingeteilt. Zum zentralen Nervensystem zählt man das Gehirn (Encephalon) und das Rückenmark (Medulla spinalis), während zum peripheren Nervensystem alle animalischen oder somatische und vegetativen Nerven, sowie alle Nervenzellenansammlungen (Ganglien) gehören<sup>34</sup>.

### 4.2 Zentralnervensystem

#### 4.2.1 Telencephalon (Groß- oder Endhirn)

Das Großhirn ist das höchste Integrationszentrum des Zentralnervensystems und der am weitesten differenzierte Teil des menschlichen Gehirns. Die äußere Oberfläche des Telencephalons ist gekennzeichnet durch zahlreiche Gyri (Windungen) und Sulci (Furchen). Die von dorsal nach ventral verlaufende Fissura longitudinalis cerebri unterteilt das Telencephalon in zwei Hemisphären, welche durch das Corpus callosum

---

<sup>33</sup> vgl. Schünke (2006), S. 172

<sup>34</sup> vgl. Schünke (2004), S. 594 f., vgl. Trepel (2004), S. 1

(Balken) miteinander verbunden sind und sich wiederum in sechs Lobi (Lappen) unterteilen lässt:

- Lobus frontalis
- Lobus parietalis
- Lobus temporalis
- Lobus occipitalis
- Lobus insularis
- Lobus limbicus

*„Im Großhirn ist der Sitz des Bewusstseins, d.h. aller bewussten Empfindungen und Handlungen, des Willens, der Kreativität und des Gedächtnisses<sup>35</sup>.“*

### **Graue Substanz des Telencephalons (Substantia grisea)**

Die graue Substanz befindet sich unter anderem im Cortex cerebri (Großhirnrinde). Man findet Neuronenverbände mit ähnlicher Funktion in verschiedenen Kortexarealen. Diese werden nach der Funktion unterschieden, wobei es: motorische und sensorische Kortexareale sowie Assoziationsfelder gibt. Man findet die Substantia grisea auch inmitten der weißen Substanz (Substantia alba) als Nuclei (Kerne, z.B. Basalganglien) in tieferen Ebenen des Telencephalons<sup>36</sup>.

### **Die weiße Substanz des Telencephalons (Substantia alba)**

Die Substantia Alba findet man unterhalb des Cortex und um die subkortikalen Kerne. Sie besteht aus Nervenfaserbündeln (myelinisierten Axonen), die die verschiedenen Hirnareale miteinander verbinden:

Die **Kommissurenfasern** verlaufen quer und verbinden beide Großhirnhemisphären miteinander. Die mächtigste Kommissurenbahn ist das Corpus callosum.

---

<sup>35</sup> zit. n. Menche et al. (2003), S. 160

<sup>36</sup> vgl. Menche et al. (2003), S. 160

Die **Assoziationsfasern** leiten und verknüpfen Impulse einzelner Areale innerhalb einer Hemisphäre miteinander.

Die **Projektionsfasern** verbinden den Kortex mit subkortikalen Gehirnteilen und dem Rückenmark

### **Kortexareale des Telencephalons**

Bei den Kortexarealen handelt es sich um Felder auf der Hirnrinde, wo sich verschiedene Neuronenverbände mit spezifischen Funktionen befinden. Diese werden in motorische und sensorische Felder unterteilt. Weiters muss man zwischen Primärfeldern und Sekundärfeldern sowie Assoziationsgebieten unterscheiden:

In den **Primärfeldern** beginnen oder enden spezifische Projektionsbahnen, d.h. zum einen sind es die primären Zielorte der Sinnesbahnen (Sensorik) die ihre Sinnesafferenzen direkt vom Thalamus empfangen und interpretationsfrei dem Bewusstsein weiterleiten. Zum anderen sind sie die Ausgangsorte (Gyrus praecentralis) für motorische Impulse, welche wiederum über die pyramidale Motorik ins Rückenmark zur quergestreiften Skelettmuskulatur laufen.

Als **sekundäre Rindenfeldern** werden Areale des Neocortex bezeichnet, die den primären Rindenfeldern zugeordnet sind und diese mit ersten Interpretationen der Sinneswahrnehmung liefern. Handlungskonsequenzen auf diese Wahrnehmungen werden dann von anderen Feldern veranlasst. Sekundäre motorische Rindenfelder geben zum Beispiel Informationen, wie ein Bewegungsablauf in der Vergangenheit am ökonomischsten erfolgt ist und jetzt ebenso zweckdienlich zu erfolgen hat. Das Sekundärfeld kann auch als ein dem primären Feld übergeordnetes Koordinations- und Gedächtnisfeld bezeichnet werden.

Die **Assoziationsfelder** dienen der Integration von Sinnesempfindungen und motorische Handlungsplänen. Sie sind auch für das limbische System von großer Wichtigkeit<sup>37</sup>.

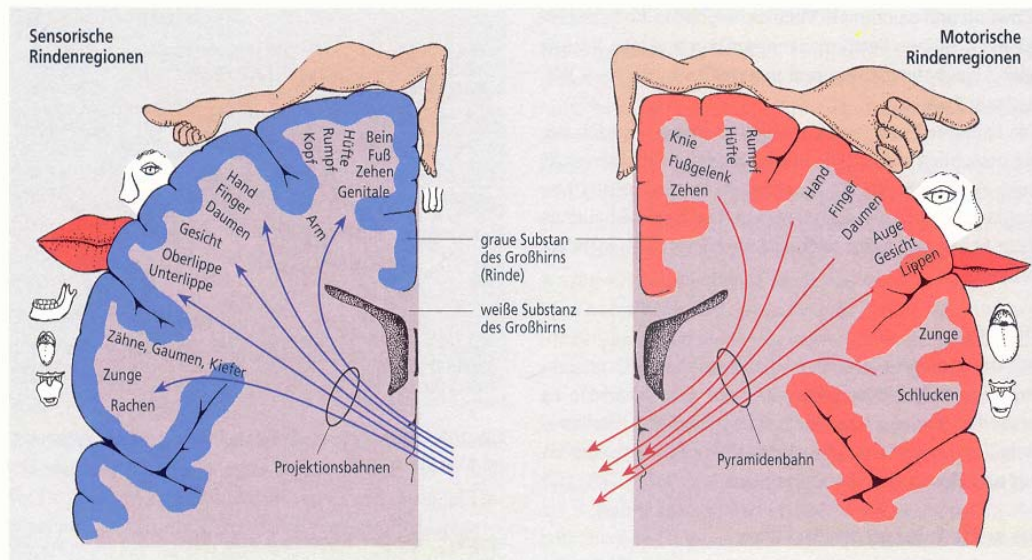


Abb.5: Menche (2003), S. 162: Homunkulus

## Die Pyramidenbahn

Der Tractus corticospinalis ist die Hauptbahn für die komplette willkürlich innervierte Muskelaktivität und hat seinen Ursprung im Gyrus praecentralis.

Von den Neuronen des primärmotorischen Cortexareal ziehen die Nervenfasern über die Pyramidenbahn zu den motorischen Kernen der Hirnnerven und zum Rückenmark. Die Pyramidenbahn durchläuft die Capsula interna (Innere Kapsel), welche den Hauptweg für alle efferenten (absteigenden) und afferenten (aufsteigenden) Bahnen darstellt. Der Großteil der Pyramidenbahnfasern kreuzt im unteren Hirnstammbereich zur kontralateralen Seite – die Pyramidenbahn der rechten Großhirnhemisphäre versorgt also die linke Körperhälfte und umgekehrt<sup>38</sup>.

## Die extrapyramidalen Bahnen

Das extrapyramidale System ist hauptsächlich für die unwillkürliche Muskelbewegung zuständig, aber auch dem pyramidalen System parallel geschaltet. Das bedeutet, dass das extrapyramidale Leitungssystem in die

<sup>37</sup> vgl. Trepel (2004), S. 211, vgl. Schünke et al. (2004), S. 608, vgl. Menche et al. (2003), S. 161 f.

<sup>38</sup> vgl. Menche (2003), S. 162, vgl. Schünke et al. (2004), S. 628 f.

Willkürmotorik eingreift – es modifiziert und kontrolliert die bewusste Motorik und reguliert den Muskeltonus.

Die Neuronen des extrapyramidalen Systems liegen in den Kerngebieten unterhalb des Neocortex – in den Basalganglien und im Hirnstamm-bereich. Die Kerngebiete sind mit dem Neocortex, dem Cerebellum (Kleinhirn), dem visuellen System, sowie dem Gleichgewichtssinn in Verbindung. Diese vielfältigen Verschaltungen ermöglichen eine präzise Abstimmung von Bewegungsabläufen und ermöglichen auch bei komplexen Bewegungen, dass das Gleichgewicht erhalten bleibt<sup>39</sup>.

### **Basalganglien (Stammganglien)**

Basalganglien sind tief gelegene Kerngebiete im Telencephalon und Diencephalon (Zwischenhirn). Zusammen mit den untergeordneten Kerngebieten des Diencephalons und des Hirnstammes stellen sie wichtige motorische Koordinationszentren zum extrapyramidalen System dar.

Das Corpus striatum (Streifenkörper) ist die größte Stammganglien-anhäufung und ist den übrigen Basalganglien als Koordinationszentrum der unwillkürlichen Motorik übergeordnet. Es wird auf Höhe der Capsula interna in zwei Teile aufgeteilt: den Nucleus caudatus (Schweifkern) und den Putamen (Schalenkern).

Eine weitere Kernansammlung ist das Corpus amygdaloideum (Mandelkern) – er ist ein Teil des limbischen Systems. Bei einem Ausfall der Basalganglien kommt es zu Störungen normaler Bewegungsabläufe<sup>40</sup>.

### **4.2.2 Limbisches System**

Das limbische System ist ein funktionell zusammengehöriges System aus verschiedenen Strukturen des Telencephalons, des Diencephalons und des Mesencephalons (Mittelhirn). Des Weiteren umgibt es die Kerngebiete des Hirnstammes und des Balkens. Die wichtigsten Gehirnstrukturen die zum limbischen System gehören sind:

---

<sup>39</sup> vgl. Menche (2003), S. 163, vgl. Schünke et al. (2004), S. 632 f.

<sup>40</sup> vgl. Menche (2003), S. 163

- Corpus amygdalideum (Mandelkern)
- Hippocampus
- Teile des Hypothalamus
- Corpus Mamillare

Das limbische System reift früher als der Neocortex und beeinflusst stark die Persönlichkeitsentwicklung. Gefühle und emotionale Reaktionen entstehen in diesem System unter Beteiligung des Neocortex, Thalamus und Hypothalamus. Es ist ein emotionales Bewertungssystem. Das System wirkt an Auswahl und Steuerung von Taten und Handlungen mit, indem es emotionale und motivationale Aspekte zur Verhaltenplanung einbringt. Dies geschieht durch die neuronale Verknüpfung zum Gyrus praecentralis. Das limbische System spielt demnach eine sehr große Rolle für Motivation, Antrieb, Lernen und anderen kognitiven Leistungen<sup>41</sup>.

#### **4.2.3 Cerebellum (Kleinhirn)**

Die Oberfläche ist ähnlich dem des Telencephalons in Sulci und Gyri aufgebaut. Das Cerebellum befindet sich unterhalb des Lobi occipitalis des Telencephalons. Es ist durch afferente und efferente Bahnen mit dem Rückenmark, dem Mesencephalon und über die Brücke mit dem Telencephalon verbunden. Diese Verbindungen ermöglichen dem Cerebellum als ein motorisches Koordinationszentrum zu fungieren – d.h. das Cerebellum ist gemeinsam mit dem Telencephalon und über Fasern des extrapyramidalen Systems, an der Regulation von Muskeltonus, Gleichgewicht und der Koordination willkürlicher Muskelaktivität beteiligt<sup>42</sup>.

#### **4.2.4 Rückenmark (Medulla Spinalis)**

Das Rückenmark stellt die Verbindung zwischen dem Gehirn und der Rückenmarksnerven dar. Es leitet über afferente und efferente Leitungssysteme (weiße Substanz) Nervenimpulse aus der Peripherie an das Gehirn und umgekehrt. Das Rückenmark besteht aus weißer und

---

<sup>41</sup> vgl. Menche (2003), S. 164, vgl. Trepel (2004), S. 209, vgl. Biewald et al. (2004), S. 38

<sup>42</sup> vgl. Menche (2003), S. 169, vgl. Schünke et al. (2004), S. 613

grauer Substanz – in der grauen Substanz liegen Schaltstellen (Nervenzellkörper), die über Reflexe lebenswichtige motorische Reaktionen auslösen können. Demzufolge ist das Rückenmark bereits ein Koordinationszentrum auf niedriger Stufe.

### **Rückenmarksquerschnitt**

Im Querschnitt des Rückenmarks zeigt sich eine schmetterlingsähnliche Form. Die graue Substanz kann man in ein Cornu anterius (Vorderhorn), ein Cornu posterius (Hinterhorn) und ein Cornu laterale (Seitenhorn) unterteilen.

Das Vorderhorn enthält motorische Neurone, ihre Axone bilden die Radix ventralis (Vorderwurzel) und ziehen zur quergestreiften Muskulatur. Zum Hinterhorn ziehen sensible Nervenfasern und leiten Impulse aus der Peripherie über den Spinalnerven zur Radix posterior zum Rückenmark. Das Seitenhorn enthält afferente und efferente Neuronen des Vegetativums. Die weiße Substanz wird in zwei Hälften geteilt, diese wiederum gliedern sich in drei Stränge: Vorderstrang, Seitenstrang und Hinterstrang. Wie oben bereits erwähnt, enthält die weiße Struktur afferente und efferente Bahnen – so zum Beispiel werden in den afferenten Bahnen des Hinterstrangs Informationen von Rezeptoren in Haut, Muskeln, Sehnen und Gelenken an das Gehirn weitergeleitet und im Vorderseitenstrang Informationen über groben Druck, Schmerz und Temperatur. Es werden allerdings nicht alle afferenten Fasern an das Gehirn weitergeleitet, sondern auch im gleichen oder benachbarten Segment umgeschaltet – ein Reflex wird ausgelöst<sup>43</sup>.

---

<sup>43</sup> vgl. Menche (2003), S. 170, vgl. Trepel (2004), S. 85 f.



## 5 Therapie

Das grundlegende Ziel einer jeden Therapie ist die Verbesserung oder Erhaltung der Lebensqualität des Patienten. Um dieses Ziel zu erreichen, sind zwei Faktoren maßgeblich:

- eine präzise und frühzeitige Diagnose und
- eine gute Verständigung und Zusammenarbeit innerhalb des interdisziplinären Teams

Die Diagnose ist abhängig von den neurophysiologischen- und anatomischen Grundkenntnissen sowie der genauen individuellen Befundaufnahme. Die Wahl der Therapie bzw. die Therapiegestaltung basiert auf den vorhandenen Ressourcen des Kindes und kann nicht nur den Abbau der Störung zum Ziel haben. Das Unterstützen und Fördern sowie die Ausschöpfung des Potentials stehen im Vordergrund, um eine größtmögliche Selbstständigkeit des Kindes zu erreichen. Aus diesem Grund muss das Kind und seine Symptome als Individuum betrachtet werden, sowie das gesamte Umfeld in die Therapie integriert werden<sup>44</sup>.

Es gibt verschiedene physiotherapeutische Konzepte, die in ihrer Ausführung unterschiedlich sind, allerdings alle auf neurophysiologische Grundlagen basieren. Die Idee dieser Konzepte ist, die Bewegungszentren des betroffenen Kindes (Patienten) durch wiederholende Therapiemethoden und verschiedener Reize zu aktivieren und zu stimulieren – es sollen physiologische Bewegungsmuster (an)gebahnt werden und pathologische oder kompensatorische gehemmt werden.

Die orthopädische Hilfsmittelversorgung, wie die afferenzstimulierende Orthese nach Jahrling basiert auf den gleichen neurophysiologischen Grundsätzen. Eine Hilfsmittelversorgung kann nie als einzige „Therapie der Wahl“ angesehen werden, es ist immer nur eine Ergänzung zur herkömmlichen Physiotherapie bzw. ein Teil des gesamten Therapieprozesses.

---

<sup>44</sup> vgl. Ferrari et al. (1998), S. 17

Die Behandlung bei infantiler Zerebralparese beinhaltet:

- Physiotherapie
- Ergotherapie
- Logopädie
- Hilfsmittelversorgung
- Gipse und Orthesen
- orthopädische Operationen
- Medikamente
- pädagogisch-psychologische Förderung
- Sonstiges<sup>45</sup>.

In den folgenden Seiten werden zwei physiotherapeutische Konzepte näher erläutert: das Bobath-Konzept und das Vojta-Prinzip.

## **5.1 Das Bobath-Konzept**

In den dreißiger Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelte die Krankengymnastin Berta Bobath gemeinsam mit ihrem Ehemann, dem Neurologen Dr. Karel Bobath, dieses nach ihnen benannte neurophysiologische Konzept. Ursprünglich wurde das Konzept für die Behandlung von zerebralparetischen Kindern konzipiert, so wird die Therapieform heutzutage auch bei Erwachsenen erfolgreich in der Neurorehabilitation eingesetzt<sup>46</sup>.

Das Bobath-Konzept ermöglicht ein berufsübergreifendes und interdisziplinäres Arbeiten in der Rehabilitation.

---

<sup>45</sup> vgl. Feldkamp (1996), S. 67

<sup>46</sup> vgl. Feldkamp (1996), S. 68, vgl. Hüter-Becker et al. (2005), S. 65,

Frau Bobath erkannte sehr früh, dass eine individuelle Therapiegestaltung unerlässlich für den Therapieerfolg ist – so ergaben sich zwei wesentliche Prinzipien:

1. eine neurophysiologische Grundlage sowie
2. eine ganzheitliche Sicht

### **Die neurophysiologische Grundlage**

Dr. Karel Bobath war davon überzeugt, dass bei Kindern mit infantiler Zerebralparese, deren Behinderung hauptsächlich durch eine Beeinträchtigung der normalen Haltungskontrolle gegen die Schwerkraft verursacht wird<sup>47</sup>.

Daraus ergeben sich folgende motorische Schwierigkeiten der infantilen Zerebralparese:

- ein abnormer Haltetonus
- eine Störung der reziproken Innervation sowie
- eine Gebundenheit in pathologischen Bewegungsmustern<sup>48</sup>.

### **Die ganzheitliche Sicht**

Das Kind wird als ganze Persönlichkeit wahrgenommen und als Solches therapiert, das heißt, das Kind mit seiner Krankheit wird nicht als eigenständiges Therapieproblem behandelt. Die ganzheitliche Sicht bezieht sich auf die Zusammengehörigkeit von Kind und Umwelt (z.B. Familie):

- den sensomotorischen Entwicklungsstand (was kann das Kind und wie führt es bestimmte Bewegungen aus) und
- auf das psychosoziale Umfeld (z.B. Familie, Lehrer)<sup>49</sup>.

---

<sup>47</sup> vgl. Biewald et al. (2004), S. 24

<sup>48</sup> vgl. Feldkamp (1996), S. 68

<sup>49</sup> vgl. Biewald et al. (2004), S. 24 f., vgl. Hüter-Becker (2005), S. 197 ff.

## **Ziele und Durchführung des Bobath-Konzepts**

Aus den Diagnosen und den daraus entstandenen Problemen für den Patienten ergeben sich verschiedene Ziele, die gemeinsam mit dem Patienten angestrebt und erarbeitet werden:

- Regulierung eines adäquaten Muskeltonus (Kontrolle über die Spastik)
- Integration anstatt von Kompensation (Förderung der betroffenen Körperseite)
- Aktivierung von ökonomischen, normalen Bewegungsmustern
- Förderung der Eigenwahrnehmung, der Selbstständigkeit und des Selbstwertgefühls

Das Bobath-Konzept schreibt keine zwingenden Techniken oder Methoden zur Behandlung vor, es bezieht viel mehr die individuellen Fähigkeiten des Patienten mit ein. Die Therapie hilft dem Kind oder dem Patienten sich selbst zu helfen, es fördert den Patienten in seiner Entwicklung.

*„Damit kann dem Kind ermöglicht werden, Bewegungen zu erleben und selbst zu entdecken, seine potentiellen Fähigkeiten zu aktivieren, seine Autonomie zu stärken<sup>50</sup>.“*

## **5.2 Vojta**

Der Kinderneurologe Prof. Dr. Vaclav Vojta ist der Begründer des gleichnamigen neurophysiologischen Therapie-Konzepts. Er entdeckte in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts die Reflexlokomotion (Reflexfortbewegung)<sup>51</sup>. Dr. Vojta beobachtete in den Fünfziger Jahren motorische Reaktionen und muskuläre Funktionsmuster des gesamten Körpers auf gezielte Reize in bestimmten Ausgangstellungen (Rücken-, Seiten-, Bauchlage).

---

<sup>50</sup> zit. n. Biewald et al. (2004), S. 26

<sup>51</sup> vgl. URL 2, vgl. Orth (2005), S. 1, vgl. Feldkamp (1996), S. 86

Der Reflexlokomotion liegen „Ganzkörpermuster oder „globale Muster“ zugrunde, diese beziehen sich auf die oben bereits erwähnte motorische Reaktion. Sie enthalten verschiedene motorische Bestandteile menschlicher Bewegungsabläufe wie Umdrehen, Greifen, Krabbeln, Robben und Gehen. Diese muskulären Funktionsmuster sind jederzeit in gleicher Weise auslösbar und reproduzierbar.

Ziel der Reflexlokomotion in der Therapie ist es, koordinierte Muskelaktivitäten zu bahnen um die automatische Steuerung der Körperhaltung und die Stützfunktion der Extremitäten zu gewährleisten.

Basierend auf die Hypothese, dass Lokomotion angeboren ist, versucht man mit der Vojta-Therapie diese bereits bei Neugeborenen zu aktivieren. Durch die Stimulation werden Bewegungsabläufe sichtbar die sich spontan (in der normalen Entwicklung) erst später einstellen würden. Das bedeutet, dass bei der Vojta-Therapie die normalen, physiologischen Bewegungsmuster dem Zentralnervensystem zeitlich vorgezogen offeriert werden und später als Bausteine zur Umsetzung der sich entwickelnden Motorik zur Verfügung stehen. Ziel ist es, pathologische Bewegungsentwicklung vorzubeugen und entgegenzuwirken und durch die Wiederherstellung der Bewegungsvoraussetzungen die normale Entwicklung zu ermöglichen. Damit die Therapie erfolgreich ist, ist eine Frühstbehandlung notwendig und verlangt von den Eltern eine sehr intensive aktive Mitarbeit<sup>52</sup>.

---

<sup>52</sup> vgl. URL 2, vgl. Orth (2004), S. 3 f., vgl. Feldkamp (1996), S. 89

### 5.3 Orthesenversorgung

Die Einlagenversorgung wird in der physiotherapeutischen und orthopädischen Praxis zunehmend kontrovers diskutiert. Die herkömmliche, traditionelle Einlagenversorgung versucht durch feste, stützende Orthesen die Fußfehlform zu korrigieren. Dabei wird jedoch nicht bedacht, dass skelettstützende Einlagen Bewegungen der Fußknochen reduzieren und dadurch die Funktionalität verringert wird. Folglich werden bei der traditionellen Einlagenversorgung die Fußmuskeln entlastet, was auf lange Sicht gesehen kontraproduktiv ist, da die nicht trainierte Muskeln langsam atrophieren.

Die Anwendung von afferenzverstärkenden oder propriozeptiven Einlagen basiert auf einem anderen Denkmodell – es wird davon ausgegangen, dass exzessive Bewegungen durch mangelhafter muskulärer Kontrolle ausgelöst werden (inadäquate Innervation, muskuläre Dysbalance, Koordinationsstörungen). Durch das Setzen von spezifischen propriozeptiven Reizen kann die Muskulatur auf die Belastungen besser reagieren und eine physiologischere Bewegung stattfinden. Des Weiteren würde die gesteigerte und besser koordinierte Fußmuskelaktivität einen Effekt auf das Fußskelett haben und übermäßige Bewegungen werden verringert. Aktive Bewegungskontrolle bewirkt eine physiologischere Belastung des gesamten Fußes<sup>53</sup>. Ziel der sensomotorischen oder afferenzstimulierenden Einlagen ist es, dem Patienten koordinierte Bewegungen zu ermöglichen, diese für sich neu zu erfahren und durch ständige Repetition als neues „Bewegungsprogramm“ abzuspeichern.

---

<sup>53</sup>vgl. Pfaff (2004), S. 50

## 6 Sensomotorische Einlagen nach Jahrling

Lothar Jahrling, ein Orthopädieschuhmachermeister aus Giessen, entwickelte die sensomotorischen Einlagen im Jahr 1991. Der Denkanstoß dazu, kam von hiesigen Physiotherapeuten die mit der klassischen Einlagenversorgung bei spastisch gelähmten Patienten nicht zufrieden waren. Gemeinsam mit der Hilfe eines Arztes und Physiotherapeuten entwickelte Herr Jahrling schließlich eine Einlage die das Gangbild und die Fußdeformitäten vor allem neurophysiologisch beeinflussen sollte.

Das Prinzip der sensomotorischen Einlagen nach Jahrling bezieht die Sensomotorik und die anatomischen Grundlagen des Fußes mit ein. Auf diese beiden Punkte wird in den folgenden zwei Kapiteln näher eingegangen.

### 6.1 Sensomotorik

*„Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass Sensomotorik das Werkzeug der Interaktion mit der Umwelt und auch unter den Menschen darstellt. Ein Mensch ohne Motorik, d.h. ohne Bewegung, ohne Sprache, ohne körperliche Haltungen, ist unvorstellbar<sup>54</sup>.“*

Die bewusste Wahrnehmung und Durchführung von Bewegungen unterliegt der Steuerung eines komplexen Systems – dem sensomotorischen System<sup>55</sup>.

Unter Sensomotorik versteht man das Zusammenspiel von sensorischen und motorischen Leistungen. Dies bedeutet, dass die Steuerung und Kontrolle von Bewegungen nur aufgrund von Sinneseindrücken und –rückmeldungen funktioniert. Voraussetzung dafür sind intakte Empfänger- und Sendeorgane, die sogenannten Rezeptoren. Diese Rezeptoren schicken wiederum Informationen über afferente Leitungsbahnen an das

---

<sup>54</sup> zit. n. Van den Berg et al. (2005), S. 337

<sup>55</sup> vgl. URL 4

Zentralnervensystem. Dort werden diese interpretiert, in eine Reizantwort umgewandelt und schließlich über efferente Leitungsbahnen and das jeweilige Erfolgsorgan gesendet<sup>56</sup>.

Sensomotorisches System - im Überblick:



Abb. 6: Sensomotorisches System: URL 6

Es gibt verschiedene Arten von Rezeptoren, jene die für die Oberflächensensibilität und jene die für die Tiefensensibilität (siehe 6.1.2) verantwortlich sind.

### 6.1.1 Exterozeption (Oberflächensensibilität)

Die Haut stellt die Grenze zur Außenwelt da, dort befinden sich also zahlreiche Rezeptoren welche Informationen, die von außen auf den Körper einwirken, an das Gehirn weiterleiten. Diese Rezeptoren sind auf bestimmte Reizarten spezialisiert und unterschiedlich dicht auf der Körperoberfläche positioniert.

#### Exterozeptoren

Die Rezeptoren der Oberflächensensibilität werden auch Exterozeptoren genannt. Man kann drei Arten von Exterozeptoren unterscheiden:

<sup>56</sup> vgl. URL 4, vgl. URL 5



### Mechanorezeptoren

- Sie werden ausgelöst und stimuliert durch mechanische Reize (z.B. Berührung).

### Nozizeptoren

- Diese werden auch als Schmerzrezeptoren bezeichnet, sie werden also durch Reize stimuliert die das Gewebe schädigen können oder schädigen.

### Thermorezeptoren

- Sind Temperaturrezeptoren die auf warme und kalte Reize reagieren<sup>57</sup>.

## **6.1.2 Propriozeption (Tiefensensibilität)**

Die Propriozeption wird auch als Tiefensensibilität oder Eigenwahrnehmung bezeichnet. Die Tiefensensibilität setzt sich zusammen aus:

### **Stellungssinn oder Lagesinn**

- liefert Informationen übe die Position des Körpers im Raum und den einzelnen Gelenken zu einander.

### **Kraftsinn**

- liefert Informationen über den Spannungszustand der Muskulatur.

### **Bewegungssinn (oder Kinästhesie)**

- ist für die Bewegungsempfindung sowie das Erkennen der Bewegungsrichtung verantwortlich<sup>58</sup>.

Um Reize über Muskelspannung, Muskellänge, Gelenkstellung und Bewegung wahrzunehmen, bedarf es spezieller Rezeptoren. Diese befinden sich beim Haltungs- und Bewegungsapparat in Form von

---

<sup>57</sup> vgl. Van den Berg et al. (2005), S. 434

<sup>58</sup> vgl. URL 3, vgl. Menche et al. (2003), S. 188

Mechanorezeptoren in den Gelenkkapseln, Muskeln, Sehnen und der Haut.

### **Propriozeptoren:**

Man kann folgende Propriozeptoren unterscheiden:

Die Muskelspindeln sind spezielle quergestreifte Muskelfasern die auf Dehnung reagieren und über die Muskellänge und deren Änderung informiert.

Die Golgi-Sehnen-Rezeptoren befinden sich am Übergang vom Muskel zur Sehne. Sie registrieren die Muskelspannung und verhindern eine zu starke Kontraktion des Muskels.

In Gelenken bzw. Gelenkkapseln befinden sich die Ruffini- und Vater-Pacini-Körperchen. Sie registrieren Gelenkbewegungen und informieren über die jeweilige Gelenksstellung<sup>59</sup>.

### **6.1.3 Motorisches Lernen**

*„Motorisches Lernen ist die Summe von Prozessen die durch Üben oder Erfahrung zu relativ stabilen neuronalen Veränderungen und als Folge davon zu geschickten motorischen Handlungen auch unter wechselnden Kontextbedingungen führt<sup>60</sup>.“*

Jede physiotherapeutische Therapie kann als Lernsituation angesehen werden, dabei steht oftmals das Bewegungslernen im Vordergrund. Bewegungen sind, wie bereits auf den vorhergehenden Seiten erläutert, ohne das Zentralnervensystem nicht möglich, das heißt, dass bereits während des gesamten Prozesses der Bewegungsplanung viele verschiedene Faktoren auf das zentrale motorische System einwirken.

---

<sup>59</sup> vgl. Menche et al. (2003), S. 188

<sup>60</sup> zit. in Hüter-Becker et al. (2005), S. 51

Grundvoraussetzung für eine motorische Handlung ist ein Ziel bzw. eine bestimmte Motivation. Im Zentralnervensystem gibt es subkortikale und kortikale Motivationsareale, die ständig die Bedürfnisse des Organismus analysieren und nach deren Notwendigkeit reihen und filtern. Ist ein spezieller Handlungsantrieb generiert, wird ein Handlungsplan erstellt. Um diesen korrekt ausführen zu können, bedarf es einer genauen Analyse aller eintreffenden Informationen aus der Peripherie, dass Wissen der potentiellen Möglichkeiten des Organismus und der Bewegungsfähigkeit. Eine Bewegung wird schließlich durch ständiges repetitives Üben und die Rückmeldung (Reafferenz) darüber, ob ein Bewegungsziel erreicht worden ist, modifiziert und optimiert<sup>61</sup>.

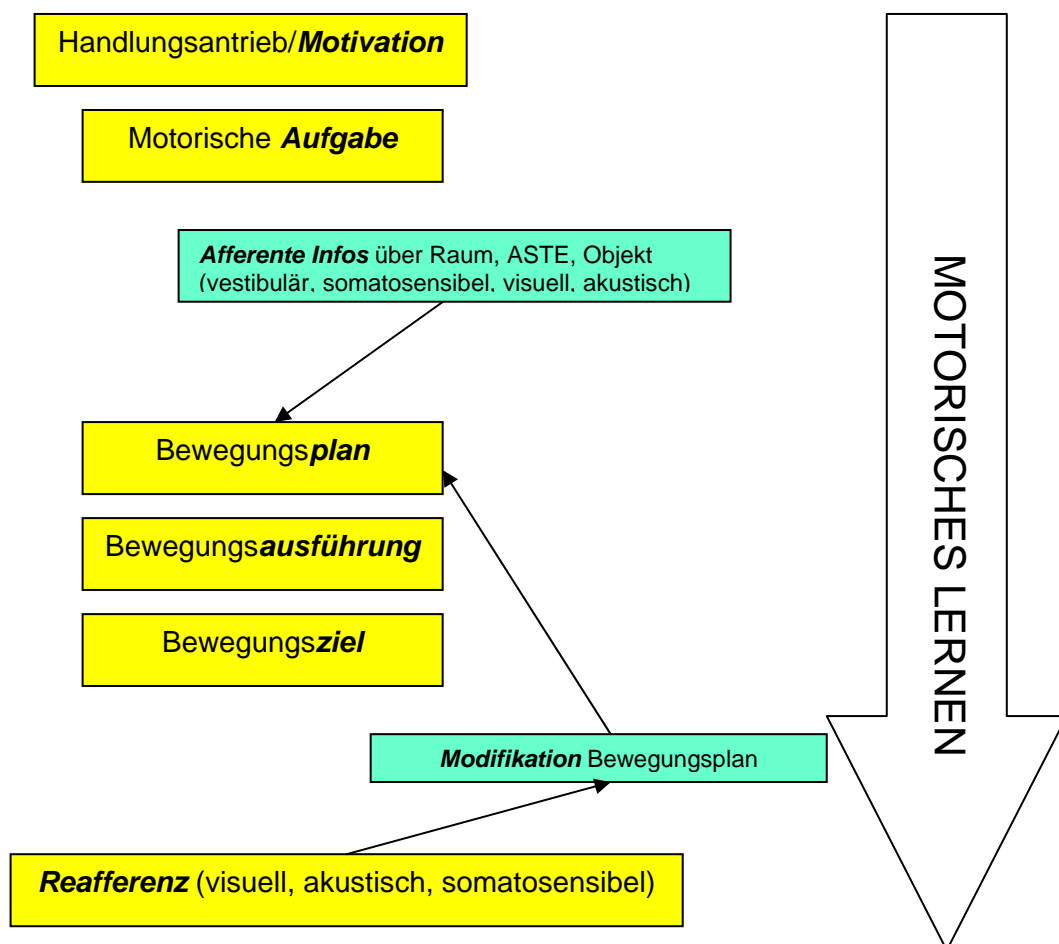


Abb. 7: Motorisches Lernen

<sup>61</sup> vgl. Van den Berg et al. (2005), S. 297 f., vgl. Hüter-Becker et al. (2005), S. 52

## **6.2 Anatomie des Fußes**

Der Fuß (Pedis) setzt sich aus insgesamt 26 Knochen zusammen. Muskeln und Bändern sichern und steuern das knöcherne Gerüst und bilden zusammen eine Funktionseinheit von Festigkeit und Elastizität. Zusätzlich ist der Fuß durch die intensive nervale Versorgung ein sensibles Tastorgan, das Informationen über Bodenbeschaffung, Temperatur und Druck an das Gehirn weiterleitet.

Der Fuß stellt die Basis von Stand und Gang dar und ist die Voraussetzung für die menschliche Evolution mit Aufrichtung des Körpers und freier Verwendung der Hände<sup>62</sup>.

### **6.2.1 Das Fußskelett – Wölbung/Gewölbe und Funktion**

Die Fußwölbung ist physiologisch in der Lage das Körpergewicht zu tragen, die knöchernen Hauptbelastungspunkte der Wölbung sind das Tuber calcanei, das Caput des Os metatarsale I und das Caput des Os metatarsale V. Dies ergibt eine dreieckige Unterstützungsfläche.

Der Fuß ist als eine doppelte Gewölbekonstruktion aufgebaut. Das Quergewölbe befindet sich im Vorfuß zwischen dem I. und dem V. Strahl. Das Längsgewölbe befindet sich zwischen Vor- und Rückfuß und ist physiologischerweise medialseitig höher ausgebildet als am lateralen Fußaußenrand<sup>63</sup>.

### **6.2.2 Bandapparat und Muskelsysteme**

Für die Aufrechterhaltung der Fußgewölbe sind aktive und passive Spannungsstrukturen eingesetzt, wobei Bänder für die passive Stabilität sorgen und Muskeln normalerweise erst bei gesteigerter Belastung (z.B. Gehen) aktiv stabilisieren müssen.

---

<sup>62</sup> vgl. Niethard et al. (2005), S. 539; vgl. Pfaff (2004), S. 50 ff.

<sup>63</sup> vgl. Platzer (2003), S. 228; vgl. Niethard et al. (2005), S. 539; vgl. Zukunft-Huber (2005), S. 4

Der Bandapparat des Fußes gliedert sich in drei Schichten: die Plantaraponeurose bildet die oberflächlichste Schicht, das Ligamentum plantare longum die mittlere Schicht und in die tiefste Schicht wird von den plantaren Verstärkungsbänder (z.B. Ligamentum calcaneo naviculare plantare) gebildet<sup>64</sup>.

Das Längsgewölbe wird durch die kurze Fußmuskulatur (Mm. abductor hallucis, flexor hallucis brevis, flexor digitorum brevis, abductor digiti minimi), den M. tibialis posterior und den M. adductor mit dem Caput obliquum verspannt.

Das Quergewölbe wird durch den M. tibialis posterior (fächerförmige Ausstrahlung in der Fußsohle), den M. peroneus longus, durch die M. interossei und dem M. adductor hallucis mit dem Caput transversum verspannt.

Der M. tibialis posterior ist für die Erhaltung der Fußwölbung von besonderer Bedeutung – dessen Sehne zieht unter dem Taluskopf hindurch und setzt an der Unterseite des Os naviculare, am Sustentaculum tali, den drei Cuneiformia und den Basen der Metatarsalia II und IV an. Des Weiteren kann er aktiv dem Abgleiten des Talus entgegenwirken. Der M. tibialis posterior hat eine dreidimensionale Wirkung auf den Fuß: in der Sagittalebene als Plantarflektor, in der Frontalebene als Supinator und in der Transversalebene als subtalarer Innenrotator.

Der M. peroneus longus sorgt als Gegenspieler zum M. tibialis anterior für eine gute Statik der Wölbungen. Der M. tibialis anterior strahlt im Bereich des medialen Fußrandes aus – am Os cuneiforme I und an der Basis des Metatarsale I. Es sind hauptsächlich diese drei Muskeln (M. tibialis posterior, M. peroneus longus und M. tibialis anterior), die die Fußwölbung aktiv im Gleichgewicht halten. Zusätzlich sichern die Muskeln, die medial den Fußrand heben (Supinatoren), die Gewölbekonstruktion. Neben Mm. tibialis posterior und tibialis anterior

---

<sup>64</sup> vgl. Pfaff (2004), S. 50 ff.

sind es folgende Muskeln: M. triceps surae (gebildet aus M. gastrocnemius und M. soleus), M. flexor digitorum longus und flexor hallucis longus<sup>65</sup>.

*„Supination bedeutet Hebung des medialen Fußrandes und damit Verstärkung des Längsgewölbes<sup>66</sup>.“*

### **6.3 Wirkungsprinzip der Jahrling-Einlage**

Die sensomotorischen Einlagen wirken durch die Pelottierung auch auf eine mechanische Art und Weise wie die konventionellen Einlagen. Durch die gezielte Stimulation der Druckpunkte an der Fußsohle während der einzelnen Gangphasen setzt die Einlage auch im propriozeptiven System an. Jahrling unterteilt den Gang in vier Phasen:

1. Auftrittsphase
2. Belastungsphase
3. Abstoßphase
4. Schwungphase.

Durch die Einlagen sollen neue Bewegungsmuster erlernt und durch häufiges Wiederholen (Tragen der Einlagen) automatisiert und abgespeichert werden. Durch gezielte Aktivierung von hypotoner Muskulatur und Hemmung hypertoner Fuß- und Unterschenkelmuskeln wird versucht eine muskuläre Dysbalance auszugleichen und so ein harmonisches Gleichgewicht der Antagonisten und Agonisten herzustellen. Der propriozeptive Reiz wird ausschließlich auf Sehnenzüge ausgeübt, die Muskelbäuche werden völlig frei gelassen um unnötige Druckstellen und Schmerzen zu vermeiden.

Durch die Informationspunkte (Erhöhungen) auf der Einlage, wird der Tonus der einzelnen Muskeln beeinflusst – die Dehnung und Verkürzung der Muskulatur soll das sensomotorische System über den aktuellen Muskeltonus informieren.

---

<sup>65</sup> vgl. Zukunft-Huber (2005), S. 8 ff; vgl. Schünke et al. (2005), S. 413 f.

<sup>66</sup> zit. n. Zukunft-Huber (2005), S. 10

### **Aktivierung hypotoner Muskeln**

Die Länge des Muskels wird durch die Pelottierung der Einlage verkürzt – Ursprung und Ansatz werden einander angenähert und dadurch verringert sich die Spannung im Muskel. Durch den jeweiligen Informationspunkt erhält das Zentralnervensystem die Information der verminderten Spannung und reagiert mit einer Tonussteigerung um den gespeicherten Sollwert wieder zu erreichen.

Die durch die Einlage erzielte passive Verkürzung des Muskels, gibt die Information zur Tonussteigerung – der Muskel wird aktiviert.

### **Hemmung hypertoner Muskeln**

Der Muskel wird durch die Einlage verlängert (der Muskel ist vorgespannt) – Ursprung und Ansatz werden voneinander entfernt, dadurch wird die Spannung im Muskel erhöht. Das Zentralnervensystem nimmt die Tonussteigerung wahr, der Sollwert ist also überschritten und es reagiert mit einer Tonussenkung – der Muskel wird gehemmt.

#### **6.3.1 Informationspunkte**

Bei den sensomotorischen Einlagen nach Jahrling gibt es vier wesentliche Informationspunkte, diese haben eine statische, biodynamische und eine propriozeptive Funktion. Die Informationspunkte werden individuell an das jeweilige Gangbild oder der jeweiligen Fußdeformität adjustiert. Die Muskelbäuche sowie die Plantaraponeurose als Verlängerung der Achillessehne bleiben prinzipiell frei von jeglichen Druck.



Abb. 8: sensomotorische Einlage ([www.footpower.de](http://www.footpower.de))

### **Medialer Informationspunkt**

Der mediale Informationspunkt befindet sich direkt unter dem sustentaculum tali. Dieser sorgt für die Aktivierung (Verkürzung) des M. tibialis posterior in der Standphase und ist in weiterer Folge für die Aufrichtung des Längsgewölbes verantwortlich. Durch den Reiz auf den Steigbügel (wird gebildet aus dem M. tibialis anterior und M. peroneus longus) wird der Fuß aufgerichtet.

### **Lateraler Informationspunkt**

Die laterale Erhebung stimuliert den M. peroneus longus und M. peroneus brevis. Diese Muskeln unterstützen die Aufrichtung des äußeren kleinen Längsbogens und stellen ein Widerlager zum medialen Informationspunkt dar. Gleichzeitig wird der Calcaneus medial positioniert und erhält eine Führung während der Auftritts- und frühen Standphase.

### **Retrokapitaler Informationspunkt**

Dieser Informationspunkt stimuliert die Sehnen hinter den Mittelfußköpfchen II und III. Die Erhebung fungiert als Vorspannung – über die Planataraponeurose soll insbesondere der M. gastrocnemius dadurch entspannt werden. Wird die Erhebung bis an den lateralen Außenrand gezogen, wird die laterale Wölbung aufgedehnt und der M. tibialis anterior erfährt eine Hemmung. Des Weiteren werden Abduktion und Pronation des Vorfußes unterstützt, das heißt es wird der Innenrotation und Supination während der Abstoßphase entgegengesteuert.

### **Zehensteg**

Der Zehensteg befindet sich auf Höhe der Zehenbeeren II – IV. Er schiebt die Zehen während der Abstoßphase nach vorne außen und fördert dadurch die Außenrotation und Pronation des Vorfußes.

Das Großzehengrundgelenk wird tiefer gelegt, dadurch gerät der Fuß während der Abstoßphase in eine physiologische Pronationsstellung des Vorfußes (bei Torsion des gesamten Fußes). Dies kann zusätzlich durch



eine leichte Außenranderrhöhung im vorderen Anteil der Einlage unterstützt werden<sup>67</sup>.

### **6.3.2 Einlagenversorgung**

Die Einlagenversorgung gliedert sich in fünf wesentlichen Stadien.

#### **1. Belastungsmatrix**

Die Belastungsmatrix ist meistens ein Blaudruck, oder ein Fußscan (Podogramm). Darauf kann der Orthopädieschuhmacher die Fußform, sowie die Belastungsspitzen erkennen und sich Besonderheiten (z.B. Hautverdickungen, Fersensporn) aufzeichnen.

#### **2. Palpation**

Der Orthopädieschuhmacher oder Orthopädieschuhtechniker palpiert den Fuß und lernt so die Beschaffenheit des Fußes des Patienten näher kennen. Die Palpation gibt Auskunft über die genaue Positionierung der einzelnen Informationspunkte und über das Druckempfinden des Patienten. Die Palpation ist eine unabdingbare Methode um eine individuelle und exakte Versorgung zu gewährleisten.

#### **3. Ganganalyse**

Der Patient wird während seines normalen Gangverhaltens von vorne, hinten und seitlich beobachtet. Oftmals wird das Gangbild mittels einer Kamera aufgenommen, um eventuell eine spätere Ganganalyse als Vergleichsmöglichkeit zu haben.

#### **4. Einlagenanpassung**

Aufgrund der durch Belastungsmatrix, Palpation und Ganganalyse gewonnenen Informationen wird nun die Orthese hergestellt. Der Patient erhält diese so bald sie fertig ist und gibt nach ein bis zwei Wochen dem Orthopädieschuhmacher eine Rückmeldung.

---

<sup>67</sup> vgl. Jahrling (2007), S. 17 ff.

Der Patient wird angewiesen, die Einlage anfangs nur so lange zu tragen wie es schmerzfrei möglich ist. Des Weiteren soll der Patient seine Fußsohlen täglich nach Rötungen, Druckstellen oder Blasen untersuchen.

## **5. Kontrolle**

Der erste Kontrolltermin ist in der Regel nach ein bis zwei Wochen. Dann wird die Einlage gegebenenfalls noch mal adaptiert. Der zweite Kontrolltermin variiert – bei Kindern sind die Kontrollintervalle kürzer (durch das Wachstum bedingt), bei Erwachsenen (falls keine Schwierigkeiten auftreten sollten) nach einem halben Jahr empfohlen<sup>68</sup>.

---

<sup>68</sup> vgl. Jahrling (2007), S. 25 ff.

## **7 Fallstudie**

Im Zuge meiner Ausbildung hatte ich die Möglichkeit im September 2007 ein 5-wöchiges Praktikum an der Neuropädiatrie der Salzburger Landeskliniken zu absolvieren. Frau Michaela Jahn, die dortige leitende Physiotherapeutin, erklärte sich bereit mich bei der Erstellung meiner Diplomarbeit zu unterstützen und als Erstleserin meine Arbeit zu kommentieren. Seit 2006 werden im Betrieb meiner Eltern sensorische Einlagen nach Jahrling hergestellt, wobei insbesondere mit den Physiotherapeuten der Salzburger Landeskliniken eng zusammengearbeitet wird. So kam es, dass ich während meines Praktikums meine Fallstudie erarbeitete die im Folgenden näher erläutert wird.

### **7.1 Verwendete Materialien**

- Goniometer
- Blaudruck
- Videokamera (Sony Hi8)
- Sensomotorische Einlagen nach Jahrling
- Standardisierter Befundbogen, welcher im Rahmen der Diplomarbeit konzipiert wurde

### **7.2 Kriterien für die Teilnahme**

- Der/die ProbandIn musste im Alter zwischen 2 und 7 Jahre sein
- Der/die ProbandIn muss selbständig gehfähig sein
- Der/die ProbandIn muss eine congenitale Hemiparese haben
- Der/die ProbandIn muss in physiotherapeutischer Behandlung an der Neuropädiatrie SALK sein
- Die Einlagenversorgung muss von der Firma Schuhhaus Hager, Oberndorf und/oder durch die Firma Footpower, Gießen durchgeführt werden
- Eine Einverständniserklärung der Eltern muss vorliegen

## 7.3 Patientin

**Geschlecht:** weiblich

**Alter:** 4 Jahre

**Diagnose:** - armbetonte spastische Hemiparese links  
- motorische Entwicklungsverzögerung

Die Patientin ist seit April 2004 in physiotherapeutischer Behandlung an der Neuropädiatrie, der Salzburger Landeskliniken. Die erste Einlagenversorgung mit sensomotorischen Einlagen erfolgte im März 2007. Die Patientin ist in folgenden Therapien in Behandlung: Ergotherapie (wöchentlich), Hippo-Therapie (14-tägig).

## 7.4 Befundbogen

Der im Zuge der Diplomarbeit konzipierte Befundbogen wurde für die Erstbefundung, den Wiederbefund und den Abschlussbefund verwendet.

Der Befundbogen gliedert sich in acht Abschnitte:

### 1. Allgemeine Anamnese:

Hier werden Name, Geburtsdatum und Diagnose vom Patienten eingetragen. Des Weiteren verfügt dieser Abschnitt über Platz zur stichwortartigen Beschreibung der bisherigen Therapiegeschichte bzw. aller durchgeführten oder geplanten Operationen.

### 2. Körpertabelle (Bodychart)

In die Körpertabelle werden alle bei der Inspektion festgestellten Auffälligkeiten, wie z.B. Deformitäten, Narben, Lokalisation von Schmerz, etc. eingetragen.

### 3. Gelenkmessung der Unteren Extremität

Die Gelenkmessung findet nach der Neutral-Null-Methode statt. Ein spezielles Augenmerk wird dabei auf die Untere Extremität gelegt. Die Messwerte werden in den dafür vorgesehenen Spalten eingetragen. Es

werden die Sprunggelenke, die Kniegelenke und die Hüftgelenke untersucht. Neben den leeren Spalten findet man die offiziellen Normwerte und hat so sofort einen Überblick über eventuelle Abweichungen, Veränderungen und Vergleichsmöglichkeiten gegenüber vergangener Befunde.

#### **4. Muskelfunktionsprüfung**

Auch hier wird ausschließlich die Untere Extremität untersucht. Es werden Schnelltests für Abduktion/Adduktion, Extension/Flexion und Außenrotation/Innenrotation bei der Hüfte durchgeführt. Im Kniegelenk werden die Extensoren und die Flexoren geprüft, im Sprunggelenk wird die Dorsalextension, Plantarflexion sowie Pronation und Supination getestet. Man unterscheidet zwischen 5 Kraftgrade:

##### ***Kraftgrad 0***

Die zu testende Muskulatur zeigt weder eine sicht- noch tastbare Muskelkontraktion.

##### ***Kraftgrad 1***

Die Muskulatur spannt sich sicht- und tastbar an, ist jedoch nicht fähig die Bewegung durchzuführen.

##### ***Kraftgrad 2***

Der Bewegungsauftrag kann unter Aufhebung der Schwerkraft durchgeführt werden.

##### ***Kraftgrad 3***

Die getestete Muskulatur bewegt gegen die Schwerkraft.

##### ***Kraftgrad 4***

Die Bewegung kann gegen die Schwerkraft und gegen einen mittelgroßen Widerstand bis an das Bewegungsende durchgeführt werden.

### **Kraftgrad 5**

Die Bewegung kann gegen die Schwerkraft und gegen einen starken Widerstand bis an das Bewegungsende durchgeführt werden.

### **5. Palpationsbefund (nach Jahrling)**

Der Physiotherapeut palpiert den Fuß und lernt so die Beschaffenheit des Fußes des Patienten kennen. Die Palpation gibt einerseits Auskunft über die genaue Positionierung der einzelnen Informationspunkte, andererseits über Tonus und das Druckempfinden des Patienten. Wertangaben, bis zu welcher Höhe sich die jeweiligen Informationspunkte im Laufe der Therapie entwickeln sollen, werden in Millimeterangabe gemacht.

### **6. Fußform**

Der Befundbogen verfügt außerdem über eine Tabelle, in welcher die Fußform des Patienten angekreuzt werden muss. Es wird zwischen Plattfuß, Knick-/Senkfuß, Hohlfuß, Klumpfuß und Sichelfuß unterschieden.

### **7. Ganganalyse**

Die Ganganalyse erfolgt mittels einem Formular der Observational Gait Instructor Group (O.G.I.G.). Die Ganganalyse wurde bereits im theoretischen Teil detailliert beschrieben.

### **8. Sonstiges**

Der Befundbogen verfügt über ausreichend Platz für Angaben hinsichtlich Muskeltonus (Hypotonus/Hypertonus), der bisherigen Therapie oder weiteren Therapieanschlüssen.

Bei der Gestaltung des Befundbogens wurde großer Wert darauf gelegt, dass er für die Befundadressaten, in erster Linie medizinisch technisches Personal sowie Orthopädieschuhmacher, leicht verständlich ist und sich diese schnell orientieren können. Der Befundbogen soll als Grundlage zur optimalen Einlagenversorgung dienen und vorwiegend von Physiotherapeuten oder Ärzten ausgefüllt werden. Anschließend wird der Befundbogen an den jeweiligen Orthopädieschuhmacher weitergereicht, so dass dieser nach dem Befund die Einlage herstellen kann.

## 7.5 Befunderhebung

**Erstbefund:** 06. März 2007

### **Allgemeinbefund:**

Patientin: weiblich

Bisherige Therapien:

Physiotherapie: Bobath; Bandagen (Dreidimensionale Fußtherapie nach Zukunft-Huber), einmal wöchentlich

Ergotherapie, einmal wöchentlich

Hippotherapie, einmal wöchentlich

(die Frühförderung im Jahr 2005, erfolgte 14-tägig)

Nancy-Hilton-Orthesen, Ringorthesenversorgung (2005)

### **Bodychart:**

Beinlängendifferenz (li Bein ca. 1 cm kürzer); li Fuß eine Schuhgröße < re;

Unterschenkelumfang li < re

### **Gelenkbeweglichkeit:** o.B.

### **Muskelfunktionsprüfung:**

OSG/USG: Dorsalextensoren 3 – 4

KG: Extensoren 4

HÜG: Extensoren 4

### **Muskeltonus:**

allgemein hypoton; bei Aktivität gesteigert (beim passivem Durchbewegen gesteigerter Tonus am linken Fuß, vor allem im Sprunggelenk)

### **Fußform:** Knicksenkfuß

### **Ganganalyse allgemein:**

Gutes Gleichgewicht; Standbeinphase: HÜG li retrahiert, Knie li Recurvation; Abrollen nicht harmonisch, li Bein in AR (Kompensation; Abrollvorgang über Fußinnenrand), Belastungsphase li < re Bein.

## **Ganganalyse nach O.G.I.G:**

### **Referenzbein LINKS**

#### **Gewichtsübernahme (IC, LR):**

Fersenkontakt:	ja
Adäquate Plantarflexion:	nein (zuviel Plantarflexion)
Adäquate Knieflexion:	nein
Heelrocker	inadäquat

---

#### **Einbeinstand (MSt, TSt, PSw):**

Adäquate Dorsalextension:	ja
Fersenabhebung:	verspätet
Beckenstabilität:	nein (Retraktion HÜG)
Adäquate Knieextension:	nein (Hyperextension)
Adäquate Knieflexion:	ja
Ankle rocker:	inadäquat
Forefoot rocker:	inadäquat

---

#### **Schwungbeinphasen (ISw, MSw, TSw)**

Adäquate Dorsalextension:	nein
Adäquate Knieextension:	nein
Adäquate Hüftgelenksflexion:	nein (Retraktion)

---

Armpendel:	li Arm in Flexion und leicht gefaustet
Kopfposition:	o.B.
Spurbreite:	o.B.

---

Hypertonus:	M. gastrocnemius
Hypotonus:	Peronaeii, M. quadriceps , M. extensor digitorum, M. extensor hallucis longus

---



Die Patientin wurde mittels dem Befundbogen erstbefundet, ein Blaudruck gemacht und anschließend wurden die Einlagen von der Firma Schuhhaus Hager hergestellt. Nach der ersten Einlagenversorgung, konnte leider keine wesentliche Verbesserung festgestellt werden. Nach dem ersten Kontrolltermin wurden die Einlagen umgeändert.

Im Mai 2007 erhielt die Patientin neue Einlage von der Firma Footpower, welche zu einer erkennbaren Veränderung am Gangbild führte.

### **Aufbau der Einlage**

Um dem unphysiologischen Gangbild (siehe oben) entgegen zu wirken, wurde die Einlage folgendermaßen gestaltet:

- **Aktivierung von *M. tibialis posterior*** (starke mediale Erhöhung) um dem valgisierten Rückfuß entgegenzuwirken.
- **Leichte Aktivierung der *Peroneii*** (laterale Erhöhung) als Widerlager zur medialen Erhöhung und um den Calcaneus während der Auftritts- und Standphase zu stabilisieren.
- **Retrocapitale Erhöhung**, als Vorspannung für den hypertonen *M. gastrocnemius*.
- **Zehensteg**, um die Zehen während der Abstoßphase nach vorne zu schieben.

## 7.6 Diskussion der Ergebnisse

Beim Abschlussbefund (29. November 2007) zeigten sich folgende Veränderungen im Gangbild:

Es konnte insbesondere die Stabilität des Kniegelenks während der Standphase verbessert werden. Die Hyperextension hat sich verringert. Des Weiteren war deutlich zu erkennen, dass mit Hilfe der Einlagen die Belastung am Fußinnenrand vermindert werden konnte, was dazu führte, dass die Kompensationsbewegung der Hüfte (Außenrotation) weitgehend reduziert wurde. Der Abrollvorgang wirkte insgesamt harmonischer und die Ferse erschien geführter und während der Auftritt- und Standphase besser stabilisiert.

Außerdem war durch die Belastungsmatrix eine Veränderung der Fußform (weniger Belastung am Fußinnenrand und der Zehen) zu erkennen.

Die Einlage hatte keinen nennenswerten Einfluss auf den Muskeltonus.

Die Ergebnisse sind auf das tägliche Tragen der Einlagen und der zusätzlichen konsequenten Therapien, sowie auf die Compliance des Kindes (und der Mutter) zurückzuführen.

Die Ergebnisse dieser Fallstudie gleichen den Resultaten einer Untersuchung Frau Dr. Annette Kornbrust im Jahr 1999, welche im Rahmen einer Dissertation an der medizinischen Fakultät der Universität Gießen durchgeführt wurde. In dieser Dissertation wurde die Wirkung von sensomotorischen Einlagen nach Jahrling auf das Gangbild von Kindern mit Fußdeformitäten und Zehenspitzenengang untersucht. Dabei wurde ein Evaluationsbogen an 290 Eltern verschickt, deren Kind mit afferenzstimulierenden Einlagen versorgt wurde. Insgesamt wurden 126 Antwortbögen retourniert, darunter waren 70 Kinder mit einer infantilen Zerebralparese und 8 Kinder mit einem idiopathischen Zehengang.

Frau Dr. Kornbrust kam zu folgenden Ergebnissen:

Bei Kindern mit einer infantilen Zerebralparese konnte bei 81 % eine Verbesserung des Gangbildes erreicht werden, bei 60 % kam es zu einer

Verminderung des Zehengangs. Es konnte folgende Tendenz festgestellt werden: bei einer leichten Zerebralparese konnte ein größerer Therapieerfolg als bei schwereren Fällen erzielt werden. Es sollte hier insbesondere darauf hingewiesen werden, dass die Untersuchung, rein auf dem subjektiven Empfinden der Eltern basierte. Die Beurteilung der Gangverbesserung stützte sich auf folgende Fragestellungen: wirkt der Gang sicherer und geradliniger? Kann das Kind nur die Zehen oder mehr den gesamten Fuß beim Gehen belasten? Es wurde aufgrund des hohen technischen Aufwands keine computerunterstützte Ganganalyse durchgeführt.

## **7.7 Kritik an der Studie**

Die Schwierigkeiten bei der Umsetzung dieser Fallstudie:

Leider gab es keine Möglichkeit, den Gang mittels

- Druckmessplatte,
- EMG und/oder
- in einem Ganglabor

genauer zu analysieren.

Anfangs war die Patientin nicht optimal mit den Einlagen versorgt: die Informationspunkte waren nicht exakt an der richtigen Stelle positioniert. Folglich war das Tragen der Einlage unangenehm und die Regelmäßigkeit und die Tragedauer verkürzt. Nach dem ersten Kontrolltermin und der Korrektur der Einlage wurden die Einlagen dann täglich mehrere Stunden getragen. Voraussetzung war natürlich ein passendes Schuhwerk. Im Falle dieser Patientin hatte als weiterer Faktor das Wachstum einen großen Einfluss. Die Einlagenversorgung bedingt einen großen Zeitaufwand sowohl für die Patientin, als auch für den betreuenden Physiotherapeuten und den Orthopädienschuhmacher.

## 7.8 Fazit

Die Orthesenversorgung bei Kindern mit infantiler Zerebralparese sollte vor allem als Zusatz zur herkömmlichen Therapie gesehen werden, da die Untersuchungsergebnisse daraufhin deuten, dass eine alleinige Versorgung mit afferenzstimulierenden Einlagen die Problematik nicht lösen kann.

Eine optimale Behandlung kann meiner Meinung nach nur durch ein eng zusammenarbeitendes interdisziplinäres Team gewährleistet werden. Insbesondere ist es wichtig, dass jeder Teampartner, ob Arzt, Physiotherapeut oder Orthopädieschuhmacher, gleichermaßen in die Therapie miteinbezogen wird. Dies bietet den Vorteil, dass jeder von dem Fachwissen der anderen Teilnehmer profitieren kann und ein reger Meinungsaustausch zugunsten des Patienten entsteht.

Die Idee hinter den propriozeptiven Einlagen nach Jahrling ist grundsätzlich nicht neu und basiert auf Neuroanatomische Basiskenntnisse. Jedoch besitzt der „normale“ Orthopädieschuhmacher nicht über dieses umfassende neuroanatomische Wissen und ist deshalb auf das Wissen und die Zusammenarbeit mit Ärzten und Physiotherapeuten angewiesen. Ferner sieht der Physiotherapeut das Kind oft mehrmals die Woche und kann so ständig Fortschritte oder Rückschritte beobachten, während dem Orthopädieschuhmacher diese Zeit und dieses Wissen in der Regel fehlen. Der Orthopädieschuhmacher sollte ein gewisses Maß an Anatomiekenntnissen besitzen bzw. die Theorie über die Neuroanatomie verstehen, da nur so eine adäquate Einlagenversorgung garantiert werden kann. Des Weiteren kommt der Faktor „Wachstum“ dazu, d.h. die Kinder wachsen ständig und die Einlagen müssen in verschiedenen Intervallen immer wieder neu angepasst werden. Es sollte auch nicht unerwähnt bleiben, dass das Wachstum auch eine große Rolle bei der (motorischen) Weiterentwicklung spielt. Es kann also nicht mit hinreichender Sicherheit festgestellt werden, ob sich das Kind nicht auch ohne Therapie und ohne Orthesenversorgung genauso entwickelt hätte. Eine eindeutige Aussage, welchen konkreten

Einfluss Therapie und Orthesenversorgung auf die motorische Entwicklung des einzelnen Kindes haben, ist daher nicht möglich. Mit Hilfe der vorgestellten Fallstudie lassen sich daher sowohl die Schwachstellen der Methode, als auch die erzielten Fortschritte erkennen – und vielleicht gibt diese Arbeit Anstoß für weiterführende Studien.

Zusätzlich möchte ich nochmals die Wichtigkeit einer funktionierenden Zusammenarbeit des interdisziplinären Teams hervorheben. Um den einzelnen beteiligten medizinischen Fachkräften diese Zusammenarbeit zu erleichtern, habe ich im Rahmen dieser Arbeit einen Standardbefundbogen entworfen, der als Vorlage dienen könnte.

Abschließend lässt sich sagen, dass eine physiotherapeutische Relevanz der sensomotorischen Orthesenversorgung nur dann besteht, wenn die aktiven Bewegungsabläufe unterstützt werden. Die Orthese soll die Erfolge, die während der Therapie erzielt worden sind durch das Tragen der Einlagen verstärken und verlängern.

## 8 Literaturverzeichnis

Biewald F. (Hrsg.) (2004); Das Bobath-Konzept: Wurzeln, Entwicklung, neue Aspekte; München: ELSEVIER Urban & Fischer Verlag

Faller A., Schünke G., Schünke M., (2004); Der Körper des Menschen: Einführung in Bau und Funktion; Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Feldkamp M. (1996); Das zerebralparetische Kind: Konzepte therapeutischer Förderung; München: Richard Pflaum Verlag GmbH & Co. KG

Feldkamp M. (1979); Ganganalyse bei Kindern mit zerebraler Bewegungsstörung; München: Richard Pflaum Verlag GmbH & Co. KG

Ferrari A., Cioni G. (Hrsg.) (1998); Infantile Zerebralparese: Spontaner Verlauf und Orientierungshilfen für die Rehabilitation; Berlin, Heidelberg: Springer Verlag

Götz-Neumann K. (2006); Gehen verstehen: Ganganalyse in der Physiotherapie; Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Hüter-Becker A., Dölken M. (Hrsg.) (2005); Physiolehrbuch Praxis: Physiotherapie in der Pädiatrie; Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Klein-Vogelbach S., Werbeck B., Spirgi-Gantert I. (2000); Funktionelle Bewegungslehre: Bewegung lehren und lernen; 5. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag

Kronbrust A., (2001); Zehengang bei Kindern – Häufigkeit, Ursachen und Behandlung mit propriozeptiven Einlagen; Inaugural-Dissertation; Justus-Liebig-Universität Gießen

Menche N. (Hrsg.) (2003); Biologie Anatomie Physiologie; 5. Aufl., München, Jena: ELSEVIER Urban & Fischer Verlag

Miller F., Bachrach S. et al. (1998); Cerebral Palsy: A Complete Guide for Caregiving; London: The Johns Hopkins Press Ltd.

Niethard F., Pfeil J. (2005); Duale Reihe: Orthopädie; Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Orth H. (2005); Das Kind in der Vojta-Therapie: Ein Begleitbuch für die Praxis; München: ELSEVIER Urban & Fischer Verlag

Platzer W. (2003); Taschenatlas der Anatomie in 3 Bänden: Band 1 - Bewegungsapparat; Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Schünke M. et al. (2005); Prometheus Lernatlas der Anatomie: Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem; Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Schünke M. et al. (2006); Prometheus Lernatlas der Anatomie: Kopf und Neuroanatomie; Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Trepel M. (2004); Neuroanatomie – Struktur und Funktion; 3. Aufl.; München: ELSEVIER Urban & Fischer Verlag

Van den Berg F. (Hrsg.) (2005); Angewandte Physiologie Band 2: Organsysteme verstehen; Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Zukunft-Huber B. (2005); Der kleine Fuß ganz groß – Dreidimensionale manuelle Fußtherapie bei kindlichen Fußfehlstellungen; München, Jena: ELSEVIER Urban & Fischer Verlag

## **Artikel und Skripten**

Bernius P. (2004); Die Postoperative Versorgung mit afferenzstimulierenden Einlagen bei ICP und angeborenen Klumpfuß; Orthopädieschuhtechnik Sonderheft Einlagen; Mai 2004, S. 66 ff.

Hafkemeyer U. (2004); Afferenzverstärkende Einlagen zur Therapie des funktionellen spastischen Spitzfußes; Orthopädieschuhtechnik Sonderheft Einlagen; Mai 2004, S. 64 f.

Jahn M. (2001); 2. Hausaufgabe: Die Prinzipien des Bobathkonzepts

Jahrling L. (2007); Grundlagen der Neuroanatomie; Skript: Jahrling Fortbildung 01. – 02. Juni 2007, Salzburg

Jahrling L. (2007); Beeinflussung sensomotorischer Fähigkeiten durch Einlagenversorgung nach Jahrling; Skript: Jahrling-Fortbildung 01. – 02. Juni 2007, Salzburg

Pfaff G. (2004); Die physiologischen und orthopädischen Grundlagen der afferenzstimulierenden Einlagenversorgung; Orthopädieschuhtechnik Sonderheft Einlagen; Mai 2004, S. 50 – 54

Wietfeld K. (2003); Was ist Propriozeption? Orthopädie-Technik 11/03

## **Internetquellen:**

### **URL 1**

vgl. URL: [www.physiopaed.de/ICP.htm](http://www.physiopaed.de/ICP.htm)

(Zugriff am 09. August 2007)

### **URL 2**

vgl. URL: [http://vojta.com/cgi-local/ivg\\_ger.cgi?id=104](http://vojta.com/cgi-local/ivg_ger.cgi?id=104)

(Zugriff am 12. September 2007)



### **URL 3**

vgl. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Tiefensensibilit%C3%A4t>

(Zugriff am 20. September 2007)

### **URL 4**

vgl. URL: <http://www.feetcontrol.de/cgi-bin/?id=41>

(Zugriff am 20. September 2007)

### **URL 5**

vgl. URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Sensomotorik>

(Zugriff am 20. September 2007)

### **URL6**

Vgl. URL:

[http://www.springer-berlin.de/cms/informationen/rubrik/3/3217.sensomotorisches\\_system-2.htm](http://www.springer-berlin.de/cms/informationen/rubrik/3/3217.sensomotorisches_system-2.htm)

(Zugriff am 04. November 2007)

### **URL 7**

Vgl. URL [http://www.thieme-connect.com/bilder/f\\_neuro/200206/528fn01](http://www.thieme-connect.com/bilder/f_neuro/200206/528fn01)

(Zugriff am 07, November 2007)

### **Kurse**

01. – 02. Juni 2007: Jahrling-Fortbildung, SALK Salzburg

14. – 15. November 2004: Hospitation bei Fa. Footpower, Gießen GER

## 9 Grafik- und Tabellenverzeichnis

Alle Abbildungen und Tabellen die nicht zitiert wurden, sind eigene Abbildungen bzw. eigene Tabellen.

- Abb. 1: Spastische Diparese
- Abb. 2: Spastische Tetraparese
- Abb. 3: Hemiparese re
- Abb. 4: Gangzyklus
- Abb. 5: Homunkulus
- Abb. 6: Sensomotorisches System
- Abb. 7: Motorisches Lernen
- Abb. 8: Sensomotorische Einlage

## 10 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ABD	Abduktion
ADD	Adduktion
AR	Außenrotation
BL	Bauchlage
BWS	Brustwirbelsäule
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
Dorsalext.	Dorsalextension
et al.	et altera
EXT	Extension
f.	„angegebene Seite und eine folgende“
Fa.	Firma
ff.	„angegebene Seite und mehrere folgende“
FLEX	Flexion
Hrsg.	Herausgeber
HÜG	Hüftgelenk
IC	Initial Contact
ISw	Initial Swing
ICP	Infatile Cerebralpalsy
IR	Innenrotation
IZP	Infantile Zerebralparese
KG	Kniegelenk
Lat.	lateral
Li	links
LR	Loading Response
LWS	Lendenwirbelsäule
M.	Musculus
Med.	hier: medial
Mm.	Musculi
mm	Milimeter
MSt	Mid Stance

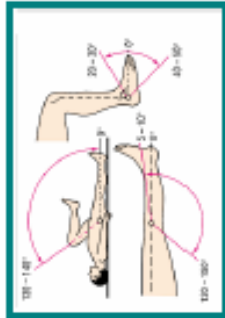
MSw	Mid Swing
N.	Nervus
O.B.	ohne Befund
OEX	Obere Extremität
O.G.I.G.	Observational Gait Instructor Group
OP	Operation
OSG	Oberes Sprunggelenk
OSM	Orthopädienschuhmachermeister
Pkt.	Punkt
Plantarflex.	Plantarflexion
PNS	Peripheres Nervensystem
PRO	Pronation
PSw	Pre Swing
PT	Physiotherapie
Re	rechts
S.	Seite
SALK	Salzburger Landeskliniken
SL	Seitenlage
SUP	Supination
Tab.	Tabelle
TSt	Terminal Stance
TSw	Terminal Swing
UEX	Untere Extremität
USG	Unteres Sprunggelenk
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
zit. n.	zitiert nach
ZNS	Zentralnervensystem

# 11 Anhang

## Befundbogen

HUG					
ARIR					
EXTIFLEX	40°-50°/130°-40°				
ABDADD	15°/10°/130°/140°				
PROSUP	20°-30°/120°-30°				
Sozialanam.					

\*) Gelenkbeweglichkeit: Neutral-Haut-Methode



MUFU:

	1. Befund		2. Befund		3. Befund	
	Li	Re	Li	Re	Li	Re
HUG:						
ABDADD						
Extensoren/Flexoren						
ARIR						
KG:						
Extensoren/Flexoren						
OSG:						
Dorsaler/PlantarFLEX						
PROSUP						

Palpationsbefund nach Jahrling:

Skala für Erhöhung bei Orthes:

+++	Angabe in mm (ca.) z.B. Med. Iliotibialband +++ ca. 20 mm
++	
+	

	1. Befund		2. Befund		3. Befund	
	Li	Re	Li	Re	Li	Re
Medialer Informationspkt:						
Lat. Infopkt:						
Metatarsaler Infopkt:						
Zehenschlag:						
Sozialge. Aufnahmefähigkeit						



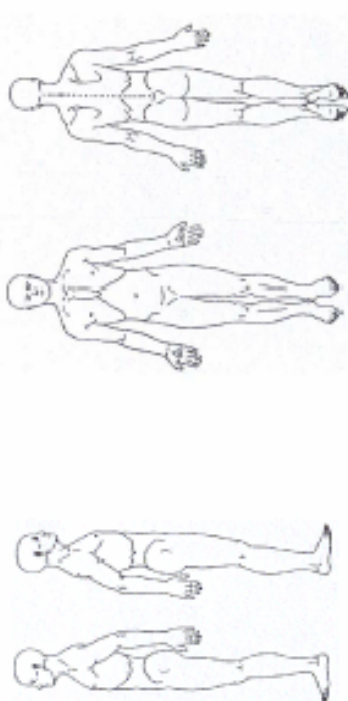
### BEFUND: JAHLING-KONZEPT

Therapeut: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_ Geb. Datum: \_\_\_\_\_

Diagnose: \_\_\_\_\_

Bisherige Therapien/OPs: \_\_\_\_\_



Anmerkungen: \_\_\_\_\_

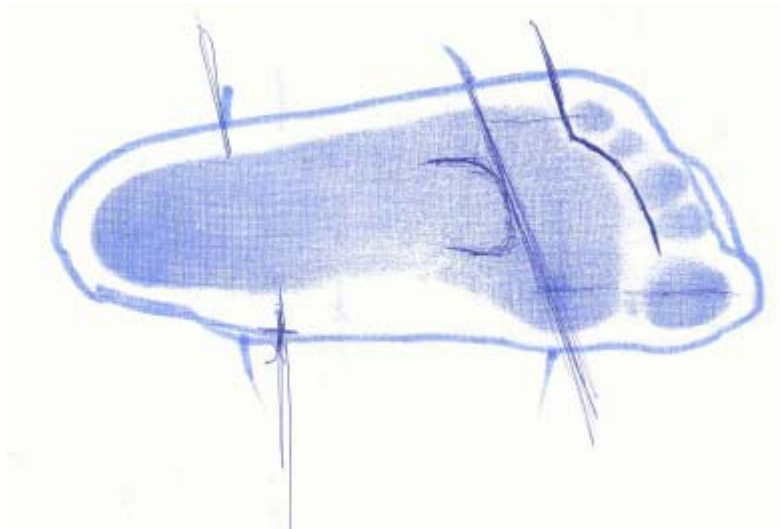
Bisherige Orthesenversorgung: \_\_\_\_\_

Gelenkbeweglichkeit \*):

Gelenk/ Normalwerte	1. Befund		2. Befund		3. Befund	
	Li	Re	Li	Re	Li	Re
OSG/USG	stärker	stärker	stärker	stärker	stärker	stärker
Dorsaler/Plantarflex						
20°-30°/10°-40°-50°						
PROSUP/Kollareus						
KG						
15°/10°/25°						
KG						
EXTIFLEX						
5°-10°/120°-150°						



**Belastungsmatrix: Juli 2007**



Name:	...
Adress:	...
Telefon:	...
Arzt:	...

50/anno

Termin:	...
Ort:	...
Arzt:	...
Abdruck am:	...

*redigiert haben*  
*Spindel*  
*reproduziert nach*  
*Bruch*  
*Beilage*


207


*(auf 100)*  
*Wille,*  
*Sodala,*





## Kursbestätigung: Sensomotorische Einlagen nach Jahrling

 **PARACELSUS**  
MEDIZINISCHES UNIVERSITÄTSSPITAL  
UNIVERSITÄTSKLINIK FÜR KINDER- UND JUGENDHEILKUNDE  
VORSTAND: PRIM. UNIV.-PROF. DR. WOLFGANG SPERL

 **SALK**  
SALZBURGER LANDESKLINIKUM  
ST. JOHANNES-SPIITAL

NEUROPÄDIATRIE  
LEITUNG:  
LTD. GA. DR. CH. RAUSCHER  
TELEFON (0662) 480-2643  
FAX (0662) 480-2664

# Teilnahmebestätigung

für

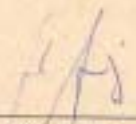
## Hager Stefanie


**Fortbildung: „Sensomotorische Einlagen nach Jahrling“**

**Referenten: OSM Lothar Jahrling  
PT Bernd Rockenfeller**

**Zeit/Ort: 01. + 02.06.2007 in Salzburg**

**Teilnahmegebühr: € 50,-**

  
\_\_\_\_\_  
**OSM Lothar Jahrling**

  
\_\_\_\_\_  
**LtD. PT Bernd Rockenfeller**

Gemeinnützige Salzburger Landeskliniken Betriebsgesellschaft m.H. | St. Johannes-Spital | Universitätsklinik für Kinder- u. Jugendheilkunde  
A-5020 Salzburg | Mülner Hauptstrasse 40 | Telefon +43(0)662 480-2342 Fax: +43(0)662 480-2384 | E-MAIL: 03103111