

Schriftenreihe Jugendwerk, Heft 38  
Download  
Anna Wehling:  
Die repetitive funktionelle Magnetstimulation  
in der Neurorehabilitation  
Gailingen, 2021



Das Hegau-Jugendwerk in Gailingen ist ein überregionales Rehabilitationszentrum für die neurologische Rehabilitation von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Mit zur Zeit 200 Betten bietet es die ganze Rehabilitationskette von der noch intensivmedizinischen Frührehabilitation über alle Formen medizinischer, sozialer und schulischer Rehabilitation bis hin zur beruflichen Rehabilitation zum Beispiel in Form von Förderlehrgängen.

Die Schriftenreihe Jugendwerk ist ein in erster Linie internes Forum für die fachliche Auseinandersetzung mit den Fragen neurologischer Rehabilitation von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Die einzelnen Hefte der Schriftenreihe stehen aber auch jederzeit allen externen Interessierten zur Verfügung und können als pdf-Datei von der Homepage des Hegau-Jugendwerks kostenfrei heruntergeladen werden.



Neurologisches Krankenhaus  
und Rehabilitationszentrum  
für Kinder, Jugendliche und  
junge Erwachsene

Neurologisches Fachkrankenhaus und Rehabilitationszentrum Hegau-Jugendwerk  
Kapellenstr. 31, 78262 Gailingen am Hochrhein

Telefon 07734 / 939 - 0  
Telefax Verwaltung 07734 / 939 - 206  
Telefax ärztlicher Dienst 07734 / 939 - 277  
Telefax Krankenhausschule 07734 / 939 - 366  
schriftenreihe@hegau-jugendwerk.de  
www.hegau-jugendwerk.de

Redaktion der Schriftenreihe: Wolfram Deibel und Christian Wemheuer, Wilhelm-Bläsig-Schule

# Inhalt

<b>DIE REPETITIVE PERIPHERE MAGNETSTIMULATION (RFMS) - ANWENDUNG</b> .....	3
<b>GRUNDGEDANKEN ZUR ENTWICKLUNG DER RFMS IM HJW</b> ....	3
<b>TECHNISCHE AUSSTATTUNG UND WIRKMECHANISMEN</b> .....	5
<b>WIRKMECHANISMUS</b> .....	9
<b>ASPEKTE DER RFMS IM PATHOLOGISCH GESTÖRTEN NEURALEN SYSTEM</b> .....	10
<b>ANWENDUNG DER RFMS IN DER PRAXIS: DIAGNOSTIK UND THERAPIE</b> .....	12
<b>THERAPEUTISCHE ANSÄTZE</b> .....	17
<b>FRÜHE PHASE NACH SCHÄDIGUNG DES ZNS</b> .....	19
<b>2. SPÄTE PHASE NACH SCHÄDIGUNG DES ZNS</b> .....	24
<b>FUNKTIONELLES TRAINING BEI DER INFANTILEN ZEREPRALPARESE</b> .....	33
<b>FALLVORSTELLUNGEN</b> .....	36
<b>FALL A: SIMONE (19 JAHRE)</b> .....	37
<b>FALL B: PHILIPP .(26 JAHRE)</b> .....	38
<b>FALL C: FABIAN . (16 JAHRE)</b> .....	40
<b>FALL D: NADINE (19 JAHRE)</b> .....	43
<b>FALL E: FABIENNE (20 JAHRE)</b> .....	44
<b>FALL F: LISA (17 JAHRE)</b> .....	46
<b>LITERATURVERZEICHNIS:</b> .....	49

## **Die repetitive periphere Magnetstimulation (rFMS) - Anwendung**

Die repetitive periphere Magnetstimulation (rFMS) ist ein neues Verfahren im Hegau Jugendwerk in Gailingen (HJW). Sie wird zur Ergänzung von Diagnostik und Therapie eingesetzt. Das Grundprinzip der rFMS beruht auf elektromagnetischer Induktion.

Grundsätzlich kann die rFMS in jedes therapeutische Konzept integriert werden und ist im Gegensatz zur transkutanen Elektrostimulation schmerzfrei.

Die Anwendung der rFMS ist nicht nur bei akuten, sondern auch bei weit zurückliegenden Schädigungen des zentralen und peripheren Nervensystems erfolgreich.

Die rFMS ist nicht nur auf neurologische Erkrankungen beschränkt, sondern kann prinzipiell in allen Fachbereichen der Physiotherapie eingesetzt werden.

Der nachfolgende Beitrag stellt die praktische Anwendung der rFMS im Rahmen des physiotherapeutischen Konzepts der Klinik vor. Schwerpunkt wird die Umsetzung bei Läsion des ersten motorischen Neurons (upper motor neuron syndrom) sein, dass nach Döderlein auch zu 85 % eine zentrale Problematik bei Kindern mit angeborener Schädigung des Zentralen Nervensystems ist.

### **Grundgedanken zur Entwicklung der rFMS im HJW**

Ausgangspunkt zum Einsatz und zur Weiterentwicklung der rFMS im Hegau Jugendwerk war die nachhaltig erfolgreiche Behandlung einer stark betroffenen Patientin. Diese zeigte nach Hirnblutung einen extrem hohen Extensorentonus der unteren Extremitäten, der auch medikamentös kaum zu beeinflussen war. Nach mehrmaligem Einsatz der rFMS war eine deutliche Tonusreduktion sicht- und testbar, die nachhaltig war. Die Patientin konnte durch die Tonusreduktion Funktionen generieren, und es ergab sich zwangsläufig die Frage nach weiteren Einsatzmöglichkeiten in der Neurorehabilitation.

Eine Schädigung des Gehirns führt zu dem komplexen motorischen Störungsbild des ersten motorischen Neurons (upper motor neuron syndroms (UMNS)). Der daraus entstehende Symptomenkomplex umfasst unter anderem:

- den Hypertonus
- die Parese
- adaptive Phänomene (strukturelle Veränderungen)

Die Physiotherapieabteilung des Hegau Jugendwerk Gailingen differenziert die unterschiedlichen Beeinträchtigungen zunächst in Anlehnung an die ICF Kriterien.

Die funktionelle Magnetstimulation erweitert dabei die diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten, denn sie eröffnet einen Zugang auf neurophysiologischer Ebene.

Durch Kombination der rFMS mit den gängigen Funktionstests können Bewegungsstörungen zusätzlich genauer differenziert werden. Im anschließenden therapeutischen Setting findet eine Integration der Magnetstimulation in ein funktionelles Training statt. In individuell gewählter Ausgangsstellung wird hypertone Muskulatur detonisiert und paretische Muskeln aktiviert. Bestehen zusätzlich bestimmte Veränderungen auf der Körperstrukturebene, wie z.B. Kontrakturen, können diese im Wechsel mit dem Neuro3D-Gerät (dreidimensionales Massagegerät) behandelt werden.

Da diese Art der Therapie noch relativ am Anfang steht, ist die aktuelle Methodik sowohl in Bezug auf Diagnostik als auch Therapie nicht als endgültig zu betrachten. Wir befinden uns im Moment noch in einem ständigen Entwicklungsprozess der Anwendungsmöglichkeiten. Bisher hat sich schon ein breites Spektrum an Möglichkeiten ergeben, das Erweiterungspotential für die Zukunft vermuten lässt.

## Technische Ausstattung und Wirkmechanismen

### Patientengut (Herstellerangaben)

➤ *Indikationen:*

Patienten mit motorischen Schädigungen nach Läsion des peripheren und zentralen Nervensystems

➤ *Kontraindikationen :*

elektrische und/oder magnetische Implantate (z.B. Herzschrittmacher, Baklofenpumpen, bedingt Shunts), kleine Metallteile

➤ *keine Kontraindikationen:*

mechanische Implantate ( Schrauben, Platten)

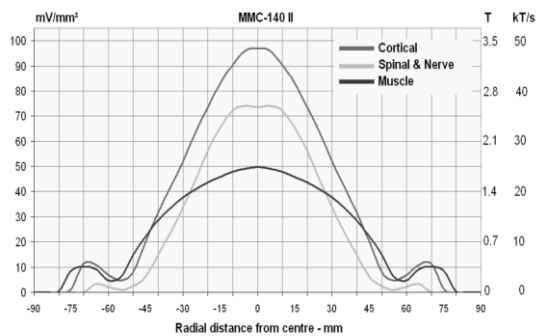
### Geräte und Ausstattung in der Therapie

1. Der Magnetstimulator MagPro R100 (Mag Venture A/S, Dänemark). Die Stimulationsprotokolle sowie die Stimulationsfrequenzen des MagPro R100 ermöglichen einen breiten Anwendungsbereich in der Stimulation von sensorischen und motorischen Endaufzweigungen des gemischten Nervs sowie dem zentralen Nervensystem.



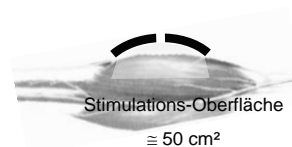
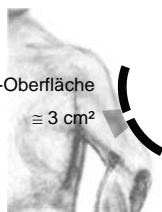
## Spule MMC-140 II *Parabolisch*

Durchmesser 130 mm  
Kabellänge 2.5 m  
Gewicht 900 g  
# Pulse 650  
(1Hz-75%)



Stimulations-Oberfläche

≅ 3 cm<sup>2</sup>



Stimulations-Oberfläche

≅ 50 cm<sup>2</sup>

Das Gerät bietet unterschiedliche Stimulationsmodule, wie den  
A. Train Modus und den  
B. Frequenzmodus.

A. Train-Modus: Standard für die kortikale und periphere Stimulation. Es stehen folgende Einstellungsvariablen zur Verfügung:

**Intensität:** Die Intensitäten der Magnetstimuli werden an der Reizschwelle ausgerichtet. Da die Reizschwelle interindividuell stark schwankt, muss für jeden Probanden die individuelle Reizschwelle bestimmt, und die verwendeten Intensitäten dieser angepasst werden (Hess et al. 1986). Reizschwelle bezeichnet die Grenze, von der an ein die Nerven treffender Reiz eine Empfindung und entsprechende Reaktionen auslöst.

**Frequenz:** Die Frequenz charakterisiert die zeitliche Änderung einer periodischen Größe. Sie ist als Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit definiert; Die Maßeinheit der Frequenz ist

Hertz (Hz): 1 Hz = 1 Schwingung pro Sekunde = 1/s.

Stimuli: Anzahl der Reize die die Reaktion auslöst  
Serien: Anzahl der Stimulationssequenzen  
Intervall: Pause zwischen den Stimulationssequenzen

B. Frequenz-Modus: Dieser Modus wird ausschließlich in der Peripherie angewandt und bietet die Möglichkeit unterschiedliche Frequenzen innerhalb einer Stimulationssequenz einzustellen. Es stehen folgende Einstellungsvariablen zur Verfügung:

Intensität: Siehe Train Modus

Frequenz (untere): Zeigt die kleinste gewählte Frequenz mit der die Stimulationssequenz gestartet wird.

Frequenz (obere): Gibt die höchste, gewählte Frequenz an, welche in dieser Stimulationssequenz erreicht werden soll.

Dauer: Gibt die zeitliche Dauer der Stimulationssequenz in Sekunden an.

Impulsanstiegsdauer: Gibt die Zeit an, die für den Wechsel von der unteren zur oberen Frequenz genutzt werden soll.

Impulsabfallsdauer: Gibt die Zeit an, die für den Wechsel von der oberen zur unteren Frequenz genutzt werden soll.

Anzahl Sequenzen: Gibt die Anzahl an Sequenzen (Reizzüge) an, welche die Maschine laufen soll.

Intervall zwischen Sequenz: Gibt die Pause zwischen den einzelnen Sequenzen in Sekunden an.

Zur Stimulation werden unterschiedliche Spulen eingesetzt. Die Formgebung der Parabolspule erlaubt die optimale Adaption der Spule zum jeweiligen Stimulationsort. - MMC-140-II Parabolic Coil



Die Magnetspule MMC -140 II ist von der Eindringtiefe und Größe geeignet Rumpf und Extremitäten zu stimulieren.



Eine kleine MMC Parabolic Coil hat nicht so eine Eindringtiefe und wird im Gesicht, Nacken und Kniekehle angewendet.



Die RT-120 Racetrack Coil ist elliptisch geformt und zur Stimulation größerer Areale geeignet.

2. Vibrationssystem Neuro-3D: Zum Lösen von Weichgewebeverklebungen (Muskel Fasern, Faszien, etc.) wird unterstützend das Vibrationssystem Neuro -3D (MPS/MagVenture, aus Deutschland) zur Anwendung gebracht. Diverse Vibrationsköpfe erlauben die optimale Übertragung der dreidimensionalen Schwingung in das betreffende Gewebegebiet mit

- hoher Tiefenwirkung
- Oberhaut, Unterhaut und Faszie werden gleichzeitig erreicht
- angenehmer für Therapeut und Patient (gleichmäßige dreidimensionale Schwingung)
- Dreidimensionalität kann Verklebungen lösen, die von Hand nicht lösbar sind (Stock,2012).





## Wirkmechanismus

Mittels einer Spule werden starke Magnetimpulse (bis ca. 4,5 Tesla) von kurzer Dauer (280 $\mu$ s) erzeugt. Diese Impulse induzieren ein elektrisches Feld, welches Nerven und neuronales Gewebe depolarisiert.

Es wird bei dieser Methode nicht primär der Muskel, sondern dicke, myelinisierte Nervenfasern aktiviert, die in gut leitendem Gewebe liegen (Struppler, 1996). Angesprochen werden dabei vorrangig die terminalen motorischen Nervenfasern (Lotz et al.1989; Machetanz et al.1994).

Bewirkt wird ein propriozeptiver Zustrom zum ZNS, der auf zwei verschiedene Arten entsteht:

- Durch die induzierten rhythmischen Muskelkontraktionen und Relaxationen werden Mechanorezeptoren, die mit den Fasergruppen Ia, Ib und II verbunden sind, erregt. Außerdem aktiviert es zusätzlich entstehende Muskelvibration die Pacini –Körperchen.
- Durch eine direkte Aktivierung von Nervenfasern, welche einen orthodromen (Muskel- und Sehnenspindel, Pacini-Körperchen) und einen antidromen ( $\alpha$ -Motoneurone) Signalfloss leiten.

Fasern der Gruppe III und IV, sowie Mechanorezeptor- und Nozizeptorafferenzen der Haut werden nicht mitaktiviert. Somit bleibt die FMS schmerzfrei (Struppler, 1996).

## Aspekte der rFMS im pathologisch gestörten neuralen System

Das zentrale Nervensystem, umfasst Gehirn und Rückenmark (erstes motorisches Neuron) sowie das periphere Nervensystem (zweites motorisches Neuron) als Rezeptions- und Ausführungsorgan des ZNS (Trepel, 2003).

Bei einer Läsion des ersten motorischen Neurons (upper motor neuron syndrom) kommt es zu klinischen Symptomen die *Young* wie folgt beschreibt (Young, 1994):

- „Positiv“-Symptome
  - spastisch erhöhter Muskeltonus
  - assoziierter Reaktionen (z.B. Tonuszunahme der oberen Extremität beim Gehen)
  - Massenbewegungen mit aufgehobener selektiver Beweglichkeit einzelner Muskeln oder Extremitätenabschnitte
  - gesteigerte Muskeleigenreflexe
  - pathologische Reflexe (z.B. Babinski-Zeichen)
  - Kloni
  
- „Negativ“-Symptome
  - Parese
  - Störungen der Feinmotorik
  - Verminderte oder aufgehobene Fremdre reflexe
  - Erschöpfungszustände
  - Beeinträchtigung physiologischer Mitbewegungen (z.B. Mitschwingen des Armes beim Gehen)

Aus den genannten Symptomen können sich adaptive Phänomene (biomechanische Veränderungen der Strukturen, wie Viskositätsänderungen, intramuskuläre Bindegewebsveränderungen, Umbau von Muskelfasertypen und Sakomerverlust usw. entwickeln (Shepard/Carr 2010).

Die ausgelösten Veränderungen zeigen Auswirkungen auf das gesamte motorische System. Dabei sind das erste und zweite motorische Neuron

eng verknüpfte Systeme. Das zweite motorische Neuron steht als Überbringer von Informationen zwischen Peripherie und zentralem Nervensystem.

Nach einer Schädigung des zentralen Nervensystems bleibt die Funktionseinheit des zweiten motorischen Neurons meist erhalten. Es besteht also ab der Rückenmarksebene eine intakte Funktionseinheit, die ihren gewohnten Aufgaben nicht mehr nachkommen kann. Grund dafür liegt in der Störung der übergeordneten Zentren, die für die korrekte Steuerung zuständig sind.

Mit der rFMS besteht die Möglichkeit in der Peripherie Muskelkontraktionen auf neurophysiologischer Ebene auszulösen, obwohl der Patient keinen oder nur unzureichenden Zugriff auf die Bewegung hat.

Der assoziierte propriozeptive Zustrom wird größer als allein durch externe Intervention (Will 2007).

Verbindet man die periphere Magnetstimulation mit externer Intervention, erhöht sich die Chance, den aktiven Zugriff auf die Bewegung wiederzugewinnen.

Die periphere Stimulation kann ergänzt werden, indem man zusätzlich zentral stimuliert. Die zentrale Stimulation erfolgt nach einem bestimmten Stimulationsprotokoll.

Ziel ist es den motorischen Kortex zu aktivieren und so den motorischen Lernprozess günstig zu beeinflussen. Erwünschte Folge wäre ein effizientes, schnelles und besseres Lernen zu ermöglichen.

Befindet sich der stimulierte Kortexareal in einem Ruhezustand ist die regionale Erregbarkeit erniedrigt und der neuronale Informationsaustausch mit verbundenen Kortexregionen gering. Die Situation ändert sich jedoch grundlegend, sobald der stimulierte Kortex durch eine funktionelle Beteiligung an einer Aufgabe in einen aktivierten Zustand übergeht. Wird der stimulierte Kortex in die neuronale Informationsverarbeitung während der Durchführung einer Aufgabe mit einbezogen, erhöht sich sowohl die regionale Erregbarkeit als auch die neuronale Wechselwirkung mit anderen Regionen. (Siebner Ziehmann).

Zentrale und periphere Stimulation können abhängig von der Zielsetzung in einer Übungseinheit kombiniert werden.



## **Anwendung der rFMS in der Praxis: Diagnostik und Therapie**

### Therapeutisches Ziel

Ziel ist es, die zyklische und zeitliche Abfolge von Beuge- und Streckmustern in höchst möglichem Maß wieder zu erlangen (Struktur/ Funktionsebene). Dadurch soll ein optimaler Transfer auf die Alltags- und Arbeitsmotorik erreicht werden. (Aktivitätsebene/ Partizipationsebene).

Grundsätzlich werden zur Bewertung der Symptome unterschiedliche Testverfahren in Anlehnung an ICF Kriterien ausgeführt. Die Magnetstimulation /Neuro3D wird ergänzend eingesetzt. Sie ermöglicht eine weitere Differenzierung der Testergebnisse. Die funktionelle Einschränkung lässt sich präziser herausarbeiten, da man die Innervation einzelner Muskeln beziehungsweise Muskelgruppen prüfen kann. Die Testung kann dabei allein mit der Spule oder im Abgleich mit aktiven Funktionen durchgeführt werden. Mögliche Ergebnisse können sein:

- eine echte Parese auf Grund der Hirnschädigung oder
- Pseudoparesen auf Grund von Kompensation oder strukturellen Veränderungen in der Peripherie.

Um ein bestmögliches Vorgehen im Rahmen der Erkennung und Benennung der motorischen Schwierigkeiten, der Behandlung (Therapie) und der Ergebnisse während des Rehabilitationsprozesses zu erreichen, werden die Ergebnisse im Rahmen des clinical reasoning („klinische Argumentation, Schlussfolgerung, Beweisführung“) eingeordnet.

## Diagnostik/Therapie

Die Struktur und Funktionsebene dient zur Differenzierung auf arthromuskulärer Ebene. Sie stehen zunächst als funktionsorientierende Tests, wie Gelenkmessungen, die manuelle Kraftmessung und Verfahren zur manuellen Testung aus den unterschiedlichen Gebieten der physiotherapeutischen Massnahmen zur Verfügung.

Ziel ist es bewegungslimitierenden Strukturen zu erkennen. um die Basis für ein entsprechendes Funktionstraining zu schaffen.

Bewegungslimitierend können zum Beispiel Veränderungen auf faszialer Ebene sein. Strukturelle Veränderungen der Faszie können die Information stören, die von den Muskelspindeln zum zentralen Nervensystem geschickt werden und so mit der richtigen koordinierten Bewegung interferieren. Besonders die primären afferenten Spindeln (Ia Fasern) sind so empfindlich, dass leichte Distorsionen des Perimysiums ihre Entladungsfrequenz verändern wird“ (Mense 2011). Die anhaltende Verformung der Gewebe (z.B.persistierende Bewegungseinschränkungen) führt dazu, dass Flüssigkeit aus dem Gewebe gepresst wird. Die Geschmeidigkeit des Gewebes geht irgendwann verloren, da der Flüssigkeitsgehalt im Gewebe mitverantwortlich ist für dessen Verformbarkeit. Es kommt zu Mobilitätsverlust von Kapseln, Bändern, intra-/intermuskulärem und/oder intraneuralem Bindegewebe. Strukturelle Veränderungen im Bereich der Faszien haben somit eine komplexe Auswirkung auf die gesamte Motorik

Daher ist es zunächst wichtig eine möglichst physiologische Basis für ein entsprechendes Funktionstraining zu schaffen.

Wir setzen neben manuellen Techniken aus der Physiotherapie den *Neuro3D* ein. Diverse Vibrationsköpfe erlauben die dreidimensionalen Schwingung in das betreffende Gewebegebiet mit

- hoher Tiefenwirkung
- Oberhaut, Unterhaut und Faszie werden gleichzeitig erreicht
- Angenehmer für Therapeut und Patient (gleichmäßige dreidimensionale Schwingung)
- Dreidimensionalität kann Verklebungen lösen, die von Hand nicht lösbar sind (Stock,2012)



### Der diagnostische Ablauf der rFMS

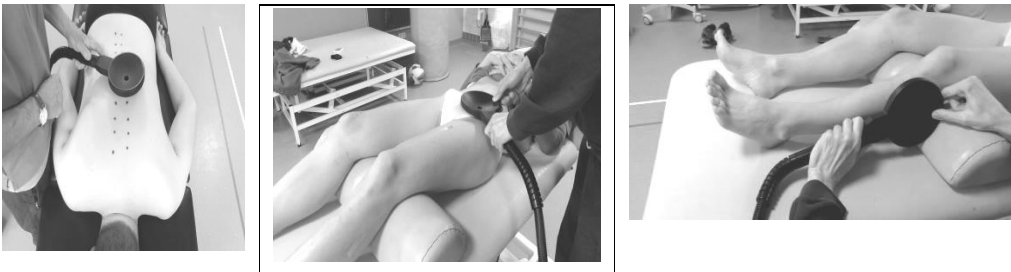
In der physiotherapeutische Diagnostik liegt der Schwerpunkt auf der Beurteilung von Bewegungen. Da Bewegungen in der Regel nicht nur von einzelnen, sondern mehreren Muskeln beziehungsweise Muskelgruppen ausgeführt werden, kann die Magnetstimulation helfen neben der Erkenntnis über die Erregbarkeit einzelner Muskeln auch Erkenntnisse über die Aktionsfolge beziehungsweise die Erregbarkeit von Muskelgruppen zu bekommen, da „es in der Regel zu einer Miterregung anderer in der Nachbarschaft liegender Nerven kommt (Siebner/Ziehmann, Das TMS Buch S.135).

Rumpf und Extremitäten werden zunächst unabhängig voneinander betrachtet und stimuliert. Anschließend werden die Ergebnisse aus den Einzeltestungen in ihrer Bedeutung für die Gesamtkoordination analysiert.

Die Diagnostik erfolgt zunächst durch Einzelimpulse mit der konvexen Seite der Magnetspule. Geprüft wird sowohl Sensibilität als auch Motorik. Getestet wird nach einem festgelegten Schema, von der Rückenmarksebene (vertebral) beginnend in die Peripherie. Geprüft werden Spinalnerven und deren motorische und sensible Versorgungsgebiete.

- Cervical (C1-C8)
- Thorakal (Th1-Th12)
- Lumbal (L1-L5)
- Sakral (S1-S5)

Diagnostische Ausgangsstellungen sind zunächst die Bauch- und Rückenlage. Befunde im Liegen stellen aber lediglich ein erstes Screening dar. Ihre Resultate lassen sich nicht eins zu eins in die Therapie umsetzen, da Einflüsse, wie ein Wechsel der Ausgangsstellung Ergebnisse verändern können. So übt beispielsweise die Schwerkraft in Abhängigkeit von der Ausgangsstellung unterschiedliche Zugrichtungen auf die Muskulatur aus. Auch sind im Sitzen oder Stehen Afferenzen aus dem vestibulären System aktiv und müssen beachtet werden



## Diagnostische Richtwerte:

### Sensibilität:

Die Sensibilität wird im entsprechenden Dermatome mit der konvexen Seite der Parabolspule 10 % über der Kontraktionsschwelle geprüft (Waibler, 2014).

Die Untersuchung sensibler Nervenfasern mit der Magnetstimulation ist schwierig. Anders als bei der elektrischen Stimulation werden sensible A-axone schlechter erregt als motorische, hier kommt es bei der distalen Stimulation regelmäßig zu einer Überlagerung des sensiblen Nerven durch das motorische Artefakt (Siebner /Ziehmann „TMS Buch,S. 135)

Die Höhe der Amplitude (A/ $\mu$ s) ist abhängig von der Reaktion des Muskels:

MK1 Muskelkontraktion palpabel

MK2 Muskelkontraktion sichtbar

MK3 Muskelkontraktion mit Bewegung

### Geprüft wird:

- ✓ Ob der Muskel überhaupt aktiviert werden kann
- ✓ Wie schnell ermüdet der Muskel
- ✓ Nach wie viel Serien ermüdet der Muskel. Folglich nimmt die Kontraktion ab, er wird schwächer.

### Bewertet wird:

- ✓ Die *Einzelkontraktion* des Muskels beziehungsweise der *Muskelgruppe* und deren Aktionsfolge. Kommt es zum Beispiel zu einer physiologisch weiterlaufenden Bewegung bei der Stimulation des Plexus brachialis oder kommt es zum Beispiel zu einer unphysiologischen Cokontraktion von Muskelgruppen.
- ✓ Der *Seitenvergleich*. Die % Zahl (A/ $\mu$ s) mit der ein Muskel aktiviert wird, gibt Aufschluss über die Innervation. Das bedeutet: Wird die Funktionseinheit der Bauchmuskeln stimuliert und man erreicht eine Aktivierung des M. obliquus externus rechts mit 27 % (A/ $\mu$ s), des M.obliquus externus links mit 40% (A/ $\mu$ s), besteht ein Seitendifferenz mit Folgen für die gesamte Statik.



- ✓ *Intersegmentale Innervation* der Wirbelsäule. Eine seitendifferente intersegmentale Innervation der Wirbelsäule hat nicht nur Folgen für die Wirbelsäulenstabilität, sondern auch für die Muskelgruppe die aus dem Segment innervierten Muskeln. So führen zum Beispiel intersegmentale Differenzen im Bereich TH7- Th12 zu einer veränderten Innervation der Bauchmuskulatur und können Organe beeinflussen, die aus einem dieser Segmente innerviert werden.

Die Einordnung der genannten Bewertungskriterien in den Kontext komplexer Bewegungsabläufe bzw. Bewegungsstörungen ist schwierig, denn die Analyse einer Bewegung umfasst mehr als die aneinander Reihung von Einzelkontraktionen. Um ein systematisches Vorgehen zu ermöglichen, erscheint es daher wichtig, die oben genannten Bewertungskriterien in ein entsprechend ganzheitliches Denkmodell zu integrieren und die Therapie danach zu gestalten. Ganzheitliche Modelle, wie die Veröffentlichung: «Das neue Denkmodell in der Physiotherapie» scheinen dafür geeignet.

In wie weit die Innervationsdifferenzen Grund einer Parese oder Ausdruck einer Strukturveränderung in der arthro- muskulär- nervalen Einheit sind, ist erfahrungsgemäß meist nicht genau zu differenzieren. Die Ebenen sind miteinander verknüpft, sodass die Ziele immer auf alle Komponenten mit entsprechender Gewichtung gesehen werden müssen.

## **Therapeutische Ansätze**

Ziel der Therapie ist es, die zyklische und zeitliche Abfolge von Beuge- und Streckmustern in höchst möglichem Maß wieder zu erlangen (Struktur/ Funktionsebene). Dadurch soll optimaler Transfer auf die Alltags- und Arbeitsmotorik erreicht werden (Aktivitätsebene/ Partizipationsebene).

Je nach Focus kann die rFMS in allen Ebenen unterstützend eingesetzt werden. Dies kann ausschließlich durch rFMS, aber auch in Kombination mit Neuro3D oder anderen therapeutischen Interventionen stattfinden. Der therapeutische Einsatz ist in allen Phasen der Neurorehabilitation möglich. Welche therapeutische Methode neben der rFMS zum Einsatz kommt, hängt von der Schwerpunktsetzung ab.

Das methodische Vorgehen in der Therapie ist entsprechend der Diagnostik. Zunächst wird im Bereich der Wirbelsäule stimuliert. Vorstimulation "WarmingUp" durch Reizzüge paravertebral von der Crista Iliaca beginnend bis zum Occiput beidseits.

Danach werden, je nach Zielsetzung, zwei unterschiedliche Stimulationsmodule eingesetzt:

➤ Train-Modus:

Der Train- Modus wird zur peripheren und zentralen Stimulation eingesetzt. Bei der peripheren Stimulation wird der Trainingsmodus in der Regel zu Beginn der Therapie eingesetzt. Dabei wird zunächst die Muskelerregungsschwelle durch Einzelimpulse mit hoher Intensität bis 60% geprüft. Ist die Muskel/ Nerveinheit aktiviert, wird die Intensität angepasst (Abstimmen der Intensität mit der Muskelerregungsschwelle). Einzelimpulse (niedrige Anfangsfrequenzen) resultieren aus der schnellen Ermüdbarkeit der untrainierten Nerv/Muskel Einheit. Im Verlauf können unterschiedliche Frequenzen eingesetzt.

➤ Frequenz- Modus:

Mit zunehmender Belastbarkeit kann der Frequenzmodus eingesetzt werden. Der Frequenz- Modus wird ausschließlich in der Peripherie angewandt. In jedem Muskel gibt es, vereinfacht gesagt, unterschiedliche Fasertypen. Diese schwingen je nach Funktionsschwerpunkt (kurze Belastungsdauern oder lange Belastungsdauern) in einem Frequenzbereich von 1 Herz bis 150 Herz.

Da der Frequenzmodus die Möglichkeit bietet unterschiedliche Frequenzen in einer Stimulationssequenz einzustellen, können die unterschiedlichen Fasertypen in einer Sitzung aktiviert und trainiert werden.

Im Folgenden möchte ich über einige Therapieansätze in unserer Einrichtung berichten. Welchen Anteil an den Therapieerfolgen die Magnetstimulation hat, ist derzeit noch nicht durch Studien belegt. Die Erfahrungen wei-

sen darauf hin, dass die Magnetstimulation im klinischen Alltag eine relevante Ergänzung ist. Im Jugendwerk wird die rFMS in ein ganzheitliches Behandlungskonzept integriert.

Dabei werden die Kernelemente des motorischen Lernens, wie:

- Motivation
- Zielorientierung/ Rückmeldung
- Repetition
- Shaping
- Selbstständige Bewegungsdurchführung
- Anforderung an der Leistungsgrenze
- Kontextbezogenheit/ Transfer

in unterschiedlichen funktionsorientierten physiotherapeutischen Methoden umgesetzt. Die interne Stimulation (rFMS) wird, nach Möglichkeit, mit externer aktiver Bewegung kombiniert. Der Einsatz variiert je nach Zielsetzung: Tonusregulation oder funktionelles Training oder in Kombination.

### **Frühe Phase nach Schädigung des ZNS**

Auf neuronaler Ebene kann es nach einer Läsion des ersten motorischen Neurons zunächst zu mehr oder weniger identischen Bewegungsmustern kommen, die zu Beginn teilweise in Form eines reflektorischen, tonischen Musters (Tonischer Labyrinthreflex, asymmetrisch tonischer Nackenreflex) auftreten. Dabei werden Tonusverschiebungen hervorgerufen: Die Flexoren (posturalen Muskeln) sind meistens hypertone während die Extensoren (tonische Muskulatur) eher hypoton sind. Die Tonusverschiebungen gehen einher mit Paresen. Einseitige Tonusverschiebungen begünstigen unter anderem Kontrakturbildungen. Im Remissionsverlauf kann es zur Aufhebung der Kontrakturen kommen, wenn sich z.B. Reflexschablonen auflösen. Der Grund hierfür liegt in der Reorganisation höherer Zentren. Das Ausmaß der Reorganisation ist abhängig von der Schwere der Hirnschädigung.

Kommt es nicht zu einer vollständigen Reorganisation, bzw. Remission, können Lähmungen und anhaltende Tonusverschiebungen bleiben. Diese führen zu veränderten Muskelzügen, mit entsprechenden Achsenfehlstellungen, die zu Sekundärschäden in der arthro- neuro- muskulären Einheit führen können.

Der frühe Einsatz der rFMS/ Neuro3D bietet eine sinnvolle Ergänzung in der Therapie um den Remissionsprozess zu begleiten und zu unterstützen.

Ziele:

- Tonusregulation
- Funktionserhalt durch Strukturerehalt
- Funktionserhalt durch Muskelaktivierung
- Atemtherapie

Tonusregulation:

Im Verlauf nach Schädel-Hirntrauma kann es zu unterschiedlich stark ausgeprägtem Hypertonus als auch Hypotonus kommen. Das am häufigsten eingesetzte Verfahren zur klinischen Einschätzung des Hypertonus ist die modifizierte Aswoth-Skala (MAS). Der Test erfasst den geschwindigkeitsabhängigen Widerstand gegen passive Bewegung. (0 entspricht keinem Bewegungswiderstand; 4 maximalem Bewegungswiderstand). Beschriebener Widerstand auch durch Viskoelastizitätsveränderungen im Strukturbereich begünstigt werden. Dies steht außer Frage und ist immer mit in die Bewertung einzubeziehen.

Im konventionellen Bereich können zur Reduktion des Hypertonus unterschiedliche Therapieansätze genutzt werden:

- Dehnlagerungen (Extremitäten und Rumpf)
- Dehnung unter Belastung
- Gipsschienen
- Schienenversorgung (Orthesen)
- reziprokes Bewegen (Motomed)
- Medikamentöse Therapie

Diese Ansätze zielen auf eine Reduktion des überwiegend erregenden afferenten Einstroms ab, um so ein neues Gleichgewicht zwischen den Muskelgruppen zu schaffen.

Mit der Magnetstimulation bietet sich nun eine weitere Möglichkeit, den Hypertonus positiv zu beeinflussen. Dies wurde belegt durch die Arbeit von Marz-Loose/ Siemens.

Im Jugendwerk setzen wir das Stimulationsprotokoll aus der Arbeit von Marz/Loose ein. Je nach Patient differiert die Tonusqualität, so haben wir die Stimulationsprotokolle erweitert und ergänzt.

Detonisieren der Nackenmuskulatur bei erhöhter Reflexaktivität



- Funktionserhalt durch Strukturerehalt

Bei der Magnetstimulation werden induzierten rhythmischen Muskelkontraktionen und Relaxationen von Mechanorezeptoren, die mit den Fasergruppen Ia, Ib und II verbunden sind, erregt. Die entstehende Muskelvibration aktiviert zusätzlich die Pacini –Körperchen (Struppler, 1996). Dies lässt vermuten, dass man über Anwendung der rFMS Zugang zu den intrafasziellen Mechanorezeptoren erhält und so ein propriozeptives Feedback zur Bewegungssteuerung entsteht. Der Mobilitätsverlust zwischen den unterschiedlichen Gleitschichten kann mit dem Neuro3D behandelt werden. Der Vorteil ist, dass mit dem Neuro3D auf Strukturebene, z.B. pathologische Cross links gelöst werden können, um das Areal anschließend durch rFMS besser zu aktivieren.

Eine Idee könnte sein, schon im frühen Stadium nach SHT besonders gefährdete Muskeln und deren Faszien gezielt zu behandeln. Durch die rFMS kann dabei Druck und Zug durch Bewegungsimpulse erzeugt werden, um die Viskosität der Muskulatur zu erhalten. Das Neuro3D Vibrationsgerät könnte eingesetzt werden, um zu verhindern, dass der Muskel seine Dehnfähigkeit verliert.

- Funktionserhalt durch Muskelaktivierung

Das Gehirn als problemlösendes System ist von Anfang an bestrebt, eine effiziente Lösung in Bezug auf maximal mögliche Bewegungsausführung bei minimalem Verletzungsrisiko zuzulassen. Also hat das menschliche Gehirn die Wahl zwischen dem Gebrauch eines betroffenen Körperteils oder der Kompensation. Es wird sich eher für die zweite Möglichkeit entscheiden, um leichter, notfalls auch durch Ersatzstrategien, die funktionelle Aufgabe durchzuführen (nach Taubs Theorie des learned non use syndrom). Auf dieser Basis könnte man in sehr frühen Phasen nach Läsion versuchen, dem Gehirn durch rFMS eine Hilfestellung anzubieten und damit drohendem Funktionsverlust entgegenzuwirken. Da das Gehirn über Neuroplastizität verfügt wäre es mit der rFMS vielleicht möglich, bei der zentralen Reorganisation zu unterstützen. Der Vorteil dieses Versuches liegt darin, die Kompensationsmechanismen des Gehirns gar nicht erst

greifen zu lassen, so dass bisherige Funktionen zu Gunsten von Kompensation verdrängt werden und sekundären Folgeschäden entstehen.



- Atemtherapie

Ein Ziel wäre die Stimulation des Zwerchfells als Innervationshilfe bei Lähmung oder hypothetisch zur Vorbeugung einer Inaktivitätsatrophie VIDD (ventilator- induced diaphragmatic dysfunction).

Dabei gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der Spulenanlage  
-der Nervenwurzel des Nervus phrenicus cervical in Höhe C4 CMS  
-ventrale Platzierung am posterioren Rand des M. sternocleidomastoideus auf Höhe der Cartilago cricoidea zur Stimulation der Ursprünge des Nervus phrenicus



In der Peripherie zur Stimulation der M.intercostalis externi und interni oder der Atemhilfsmuskulatur.

Zur Atemhilfsmuskulatur zählen einige Muskeln der Hals- und Brustmuskulatur, sowie die Bauchmuskulatur. Sie können die Inspiration oder die Expiration unterstützen.

Der Einsatz der rFMS kann durch Lagerungen oder andere Atemtherapeutischen Interventionen ergänzt werden.

Der Einsatz der Magnetstimulation in frühen Phasen hat gezeigt, dass die Patienten eher entspannt auf die Stimulation reagierten. Es kam weder zu Tonusanstieg noch zu Veränderungen, die Hinweise auf Stress ergaben (Anstieg von Herz oder Atemfrequenz).

## **2. Späte Phase nach Schädigung des ZNS**

Ziele:

- **Tonusreduktion (siehe oben)**
- **Funktionelles Training**
  - Korrektur von Störungen während eines Bewegungsablaufes
  - Optimierung der Bewegungskontrolle
  - Stabilisation des Bewegungsschwerpunktes
  - Bewegungsplanung
  
- Funktionelles Training

In der Therapie spielt dabei die Ausgangsstellung eine wichtige Rolle. Eine gute Ausgangsstellung kann den Weg in die Dynamik ebnen.





In Bezug auf das funktionelle Training kann die rFMS in alle physiotherapeutischen Methoden integriert werden. Ergänzend mit Zusatzgeräten wie Galileo, Laufband und Kipptisch.



Die Wahl der Ausgangsstellung hängt von der Zielsetzung ab. Stimulation und Aktivierung können im Wechsel oder gleichzeitig erfolgen. Je nach Schwerpunktsetzung werden dann unterschiedliche Muskeln bzw Muskelschlaufen aktiviert. Die rFMS ist nur so gut, wie das funktionelle Training in das sie integriert wird.

Im Folgenden einige Beispiele der Einsatzmöglichkeiten:

Im funktionellen Training kann die rFMS zur **Bahnung von Einzelfunktionen (impairment oriented Training)** eingesetzt werden. Angelegt als systematisches Training von Basisbewegungen.

Stimulation der Mm.peronaeii im Wechsel mit aktiver Funktion (Pronation)



Gleichzeitige Stimulation des *Zügels* M.tibialis anterior und Mm peronaei im Wechsel mit aktiver Funktion (Dorsalextension Pronation)



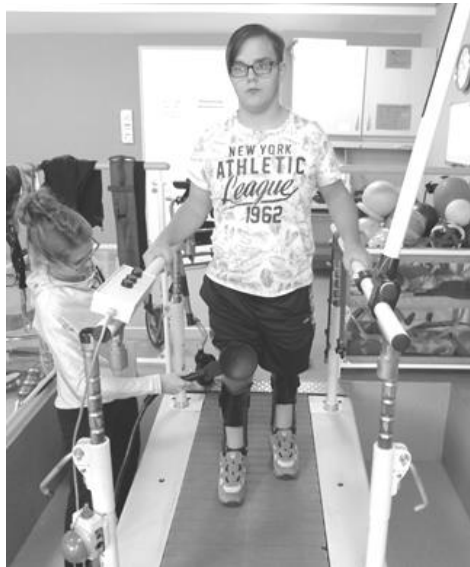
**Quadrizepsstimulation** im Wechsel mit aktiver Funktion (Scateboard vor-schieben)



Im Trainingsverlauf ist das Ziel die geübte Einzelfunktion in komplexe Bewegungsabläufe zu reintegrieren.

Das Training sollte ein **aufgabenorientiertes (taskorientated Training)** sein. Aufgabenorientiertes Training ist das Üben von Bewegungen in einem alltäglichen Bewegungszusammenhang (gehen lerne ich nur durch gehen).

Quadrizepsstimulation auf dem Laufband (erste Standbeinphase).



**Stimulation der Abduktoren im Stand.** Während der Stimulation wird der Widerstand so gesetzt, dass der Patient sein Gewicht nach links verlagert.



Nach den Prinzipien des shapings könnte die nächste Stufe eine **Dualtask** Aufgabe sein. Der Patient soll nur während der Abduktorenstimulation links (das Gerät macht hörbare Geräusche) Klötze in den Behälter legen. In der Stimulationspause werden keine Klötze bewegt. Neben der motorischen Aktivität wird zusätzlich die Aufmerksamkeit gefordert.



Komplexe Bewegungsmuster können so aktiviert werden, dass ein **overflow in die paretische Muskulatur** einfließt, welche durch die Magnetstimulation verstärkt bzw. unterstützt wird.

Der Patient aktiviert das gesamte Lokomotionsmuster. Der Therapeut setzt einen Widerstand am Becken und unterstützt mit der Spule den M.glutaeus maximus



Aktivierung der **Hüftstreckung** mittels Magnetstimulation und Punktum fixum. Der Therapeut setzt einen Widerstand am Becken und unterstützt mit der Spule den M.glutaeus maximus. Die Fixation am Knie verhindert eine Ausweichbewegung.



Während der **Quadrizepsstimulation** aktiviert der Patient die Extensorenkette durch den Zug am Expander.



**Serielles Krafttraining** der Bauchmuskulatur - unterstützt durch die Magnetstimulation



**Behandlung einer Beugekontraktur** im rechten Hüftgelenk.

Manuelle Dekontraktion des M.rectus femoris rechts während über einen Widerstand in die Beugung links der gekreuzte Streckreflex aktiviert wird. Die folgende Streckaktivität rechts wird durch die Stimulation des M.glutaeus maximus rechts (siehe Pfeil) unterstützt.



Gezieltes Arbeiten an der **Bewegungsvorstellung (motor imagery)** ist eine weitere Einsatzmöglichkeit. Dabei wird die Bewegung mit der Spule aktiviert. Im Folgenden wird dem Patienten die Aufgabe gestellt sich die Bewegung vorzustellen, um die Bewegung danach aktiv aus zu führen.

Hier Beugung des Handgelenkes:



**Stimulation des Nervus facialis**



**Stimulation des Mundbodens**

**Spiegeltraining**, eine Bewegung wird mit der gesunden Extremität ausgeführt und über ein Spiegelsystem so abgebildet, dass der Eindruck entsteht, die kranke Extremität würde die Bewegung ebenfalls ausführen. Die Magnetstimulation unterstützt dabei die betroffene Seite.





### **Funktionelles Training bei der infantilen Zerebralparese**

Im Unterschied zu den erworbenen Hirnschädigungen trifft die Hirnschädigung bei der **infantilen Zerebralparese** auf ein unreifes Nervensystem. Die Folgen sind mehr oder weniger persistierende primitive Bewegungsmuster, die keine normale Abfolge der motorischen Entwicklung ermöglichen.

„Die pathologischen Muster sind teilweise oder vollständig - je nach Grad der Behinderung- der willkürlichen Kontrolle entzogen“. (Döderlein „Infantile Zerebralparese Seite 47). Bei den angeborenen Hirnschädigungen bietet sich die Möglichkeit an, Bewegungen zu aktivieren, welche die Kinder vorher vielleicht noch nie ausgeführt haben, da sie nicht in ihr Bewegungsmuster integriert sind. Speziell nach Operationen ergibt sich meistens zusätzlich eine völlig neue sensomotorische Situation.

Bewegungen, die jetzt vielleicht, möglich wären, können die Kinder oft nicht ansteuern, weil sie keine Vorstellung von einer Bewegung haben, die vorher nie bewusst aktiviert wurde (Das wäre dann nicht ein erlernter Nichtgebrauch sondern ein nie gelernter Gebrauch).

Da die Hirnschädigung bei der IZP auf ein unreifes Nervensystem trifft, kann, unseres Erachtens, ein entwicklungsgeschichtlich angelegtes Muster, wie die Amphibienreaktion, einen ersten Schritt in ein physiologisches Muster bieten.

Wir kombinieren die Aktivierung der Amphibienreaktion mit der Magnetstimulation und integrieren im Trainingsverlauf die erworbenen motorischen Fertigkeiten in ein Stimulationsprotokoll mit dem Schwerpunkt der alternierenden Bewegung in unterschiedlichen Ausgangsstellungen.



Stimulation Kriechmuster



Stimulation Kriechmuster



Halbkniestand Stimulation; Standbein rechts



Stand Stimulation; Standbein rechts

Im Folgenden werde ich zwei Datenerhebungen zur Wirkungsweise der Magnetstimulation vorstellen. Diese wurden im Jugendwerk erstellt.

Aufbau:

Der Test lief fünf Tage. Getestet wurde am ersten und am fünften Tag. Getestet wurde der Time Up and Go und der 10 Meter Gehstest.

Die Messungen wurden an insgesamt 18 Probanden mit neurologischen

Erkrankungen durchgeführt. Einschlusskriterium war die Gehfähigkeit gemessen am FAC.

Von den 18 Probanden bekamen 9 Probanden täglich 30 Minuten Therapie mit Magnetstimulation. 9 Probanden bekamen täglich 30 Minuten herkömmliche Therapie ohne Magnetstimulation.

Ergebnis: Die Gruppe mit rFMS verbesserte sich im Durchschnitt zur Gruppe ohne rFMS im Time Up and Go um 5,97 Sekunden sowie, im 10 Meter Gehstest um 2,10 Sekunden.

**Aufbau:**

Der Test lief ebenfalls fünf Tage. Getestet wurde am ersten und am fünften Tag. Getestet wurde der 10 Meter Gehstest.

Die Messungen wurden an insgesamt vier Kindern mit Infantiler Zerebralparese durchgeführt. Einschlusskriterium war die Gehfähigkeit. Drei Kinder waren GMFCS 2; Ein Kind war GMFCS 3

Jedes Kind bekam täglich 30 Minuten Magnetstimulation in Kombination mit einem funktionellen Training, speziell ausgerichtet auf Patienten mit infantiler Zerebralparese.

**Ergebnis:**

Die Kinder verbesserten sich im Durchschnitt um 5,6 Sekunden und wurden im Durchschnitt um 3,25 Schritte schneller.

## **Fallvorstellungen**

Die folgenden Fälle sollen einen kleinen Einblick in die Arbeit mit der Magnetstimulation vermitteln. Die beschriebenen Inhalte sind auf die Magnetstimulation reduziert, da eine detaillierte Ausführung aller Inhalte der Therapie zu weit führen würde.

## Fall A: Simone (19 Jahre)

**Diagnose:** Zustand nach intracerebraler Blutung beidseits mit Ventrikelbeidigung:

**Motorische Defizite:** Massiver Strecktonus der unteren Extremitäten (Ashworth-Skala 4)

**Therapeutisches Ziel:** Tonusregulation



### **Verlaufsbeschreibung:**

Durch den massiven Strecktonus beider Beine war die Patientin im Alltag schwer beeinträchtigt. Auch nach Wochen konventioneller Therapie boten die klassischen Methoden der Tonussenkung keinen Ansatz. Neben der motorischen Einschränkung litt die Patientin unter den Nebenwirkungen der tonussenkenden Medikation. Aufgrund dessen stand bereits die Implantation einer Baklofenpumpe zur Debatte.

Als weitere Möglichkeit wurde die Intervention mit der rFMS gesehen. Im Wechsel wurden zunächst Oberschenkelbeuger und –strecker mit einer modifizierten Stimulationssequenz stimuliert. Die Intensität wurde bis zur deutlichen Kontraktion sowohl des Streckers als auch des Beugers hochgefahren.

In der folgenden Zeit gelang es den Tonus soweit zu senken, dass die Patientin am Ende des Aufenthaltes keine tonussenkenden Medikamente mehr benötigte. Im Abschlussbefund zeigte Simone deutlich reduzierte

Tonusverhältnisse in den unteren Extremitäten (Ashworth 2, Beginn Ashworth 4) und war bedingt in der Lage Funktionen zu generieren.

Im erneuten Aufenthalt nach einem Jahr entsprach der Aufnahmebefund der Abschlusstestung des Vorjahres. So konnte also das Ergebnis gehalten werden, obwohl sie keine Magnetstimulation mehr erhalten hatte und auch keine weiteren besonderen therapeutischen Interventionen ergänzt wurden.

Ähnliche nachhaltige Erfolge konnten auch bei anderen Patienten erzielt werden.

### **Fall B: Philipp .(26 Jahre)**

**Diagnose:** Polytrauma mit schwerem Schädelhirntrauma:

**Motorische Defizite:**

Diverse Verkürzungen der bauch- und hüftumgebenen Muskulatur

Diverses Kraftdefizit der Rumpf- und Hüftmuskulatur

Stark reduzierte posturale Kontrolle

**Therapeutisches Ziel:**

Verbesserung des Gleichgewichts

**Verlaufsbeschreibung:**

Nach Polytrauma 2003 war Philipp in einem Aktivrollstuhl mobilisiert, den er selbstständig fahren konnte. Im Verlauf der Jahre entwickelte sich eine komplexe motorische Störung, die aufgrund ihrer Komplexität hier nur kurz beschrieben wird. Durch diverse Kontrakturen, Kraftdefizite und deutliche Reduktion der posturalen Kontrolle war Philipp lediglich in Begleitung am Rollator gehfähig. Freies Stehen und Gehen waren nur unter enger Supervision durchführbar.

Philipp hatte mehrere Aufenthalte im Hegau-Jugendwerk. Während seiner Aufenthalte konnte er jeweils Fortschritte erzielen, welche aber keinen Langzeiteffekt hatten.

Ergebnisse der Gleichgewichtstestung nach der Berg- Balance- Scala:

27.9.2010/ 20 Punkte - 19.11.2010/ 26 Punkte

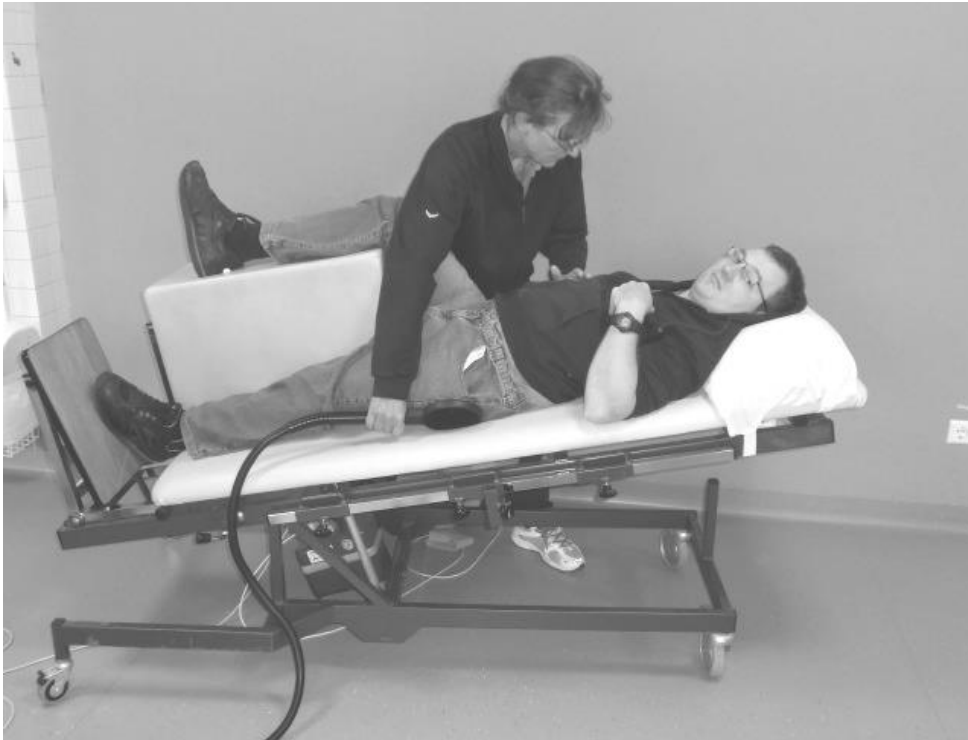
20.9.2012/ 20 Punkte - 09.11.2012/ 20 Punkte

Bei seinem Aufenthalt 2013 wurde erstmals die Kombinationstherapie rFMS/ Neuro3D eingesetzt. Entsprechend seiner klinischen Befunde wurde der Therapieinhalt folgendermaßen gewählt:

- Therapie der Verkürzungen mit einer Kombination Magnetstimulation/ Neuro 3D / Galileo.
- Krafttraining für die schräge Bauchmuskulatur mit Unterstützung durch das Magnetstimulationsgerät und Galileo
- Funktionelles Training Schwerefeld angepasst (Aktivierung der Standbeinphase links/ insbesondere der Extensoren und Abduktoren im Lokomotionmuster auf dem Kipptisch mit Unterstützung der rFMS)
- Repetitives funktionelles Lokomotionstraining in Kombination mit rFMS auf dem Laufband zur Aktivierung der Abduktoren in der Midstance Phase

In der abschließenden Gleichgewichtstestung nach der Berg-Balance-Scala verbesserte sich Philipp von 14 auf 23 Punkte (24.9.2013/**14 Punkte** - 20.11.2013/ **23 Punkte**).

Bei seinem erneuten Aufenthalt 2014 zeigte Philipp bereits in der Eingangstestung eine Verbesserung von 23 auf 25 Punkte. Damit konnte er seinen Stand vom Aufenthalt 2013 nicht nur halten sondern um 2 Punkte verbessern, obwohl er während der Zeit zu Hause keine anderen Therapiemaßnahmen erhalten hatte. Am Ende des Aufenthaltes 2014 erreichte er 33 Punkte und verbesserte sich damit um weitere 8 Punkte.



Dies zeigt, dass die rFMS auch bei lang zurückliegenden Schädigungen erfolgreich eingesetzt werden kann. Philipp ist hier kein Einzelfall.

### **Fall C: Fabian . (16 Jahre)**

**Diagnose:** Schädelhirntrauma

**Motorische Defizite:** Multiple Kontrakturen und Paresen der Rumpf- und Extremitätenmuskulatur. Arthro-muskuläre Veränderungen und reduzierte Innervation insbesondere im Bereich der BWS.

#### **Therapeutisches Ziel:**

Herstellen der Symmetrie als Basis zur Erarbeitung von Funktionen

#### **Verlaufsbeschreibung:**

Fabian wurde schon in zwei Voraufenthalten nach konventionellem Konzept betreut. Trotz allem entwickelte er im Verlauf der Jahre eine komplexe



Problematik, vorwiegend im Bereich des Rumpfes. Hier waren multiple Verkürzungen und Paresen der Rumpfmuskulatur sichtbar und testbar. Die Hauptproblematik bestand in der Überlagerung von Kontrakturen und Paresen.

2014 wurde die rFMS unterstützend eingesetzt.

Mittels der Diagnostik mit der Magnetspule wurde ersichtlich, welche Muskeln in wechselnder Intensität aktiviert waren. Vor allem war die Bauchmuskulatur im Seitenvergleich rechts weniger aktiviert. In der Intercostalmuskulatur fanden sich starke Verkürzungen mit entsprechender Einschränkung der Rippen- und Wirbelsäulenbeweglichkeit. Die Rumpfproblematik führte zu weiteren Schwierigkeiten der unteren und oberen Extremität sowie der Halswirbelsäule.

Die Therapieinhalte wurden entsprechend angepasst, indem zunächst die verkürzten Strukturen durch die Kombination aus Magnetstimulation, Neuro 3D und manualtherapeutischer Mobilisation einzelner Segmente behandelt wurden. Fabian war in der Lage, funktionell sehr differenziert mitzuarbeiten. Es war immer wieder beeindruckend zu erleben, wie Fabian Funktionen generieren konnte, nachdem sie ihm durch die Stimulation wieder bewusst wurden. Letztendlich verbesserte sich die Aktivierung der Rumpfmuskulatur im Verlauf des Aufenthaltes so weit, dass Rumpfaufrichtung und Symmetrie deutlich besser abrufbar waren.



Aufnahmebefund

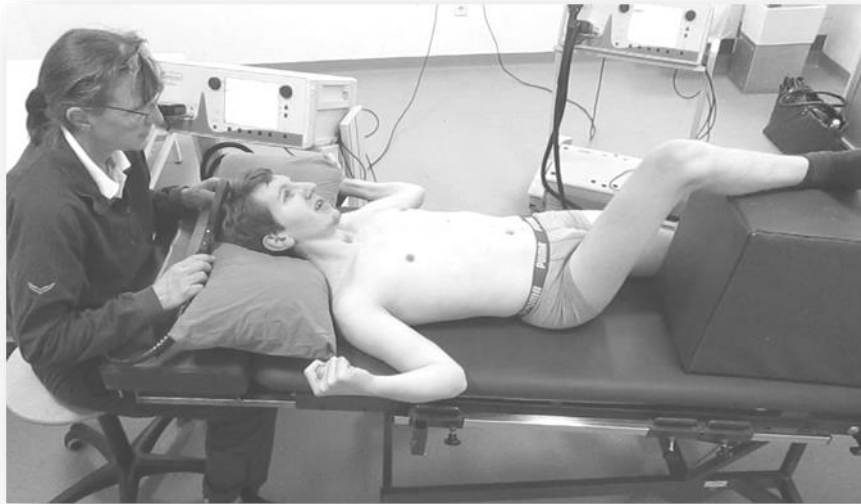


Abschlussbefund

Bei Fabian wurde zusätzlich zur peripheren Stimulation die zentrale Stimulation ausgeführt.

2014 wurde mit der rFMS begonnen. 2016 spürte er zum ersten Mal die Extremitäten bei entsprechender Stimulation in den zentralen Arealen. Zunächst wurde Zentrale und periphere Stimulation getrennt. Später in Kombination zentral und peripher therapiert.

Zentrale Stimulation in Kombination mit funktionellem Training



Zentrale und periphere Stimulation in Kombination mit funktionellem Training



Ergebnis: Im 10m Gehtest konnte sich Fabian innerhalb eines Aufenthaltes von 25 Schritten in 2.30 min auf zwanzig Schritte in 0.42 min verbessern.

#### **Fall D: Nadine (19 Jahre)**

**Diagnose:** Infantile Cerebralparese

**Motorische Defizite:** Enorme Tonuserhöhung der unteren Extremitäten (Ashworth 4) mit Schmerzen beim Stehen. Schwierigkeiten bei ADLs und in der Pflege aufgrund der Schmerzen und eingeschränkten Abduktionsfähigkeit

**Therapeutisches Ziel:** Tonusregulation

#### **Verlaufsbeschreibung:**

Die Patientin war auf Grund ihrer mangelnden kognitiven Fähigkeiten nur bedingt in der Lage aktiv an der Therapie teilzunehmen.

Die Hauptschwierigkeit bestand in einer enormen Tonuserhöhung der unteren Extremitäten, die im Stehen innerhalb von Sekunden zu Schmerzen führte. Auch führte dies zu Herausforderungen bei der Pflege (eingeschränkte Abduktion). Zusätzlich ließen die Schmerzen keinen Transfer mehr über die Beine zu.

Von Beginn an wurde bei Nadine täglich eine Kombinationstherapie aus rFMS und Galileotraining durchgeführt. Zwar war Galileotraining bei Nadine bereits vor ihrem Aufenthalt eingesetzt worden, die Kombination jedoch wurde so erstmalig ausgeführt. In der Magnetstimulation wurde die Einstellung zur Tonussenkung genutzt, wie sie bei Marz Loose beschrieben wird. Anschließend wurde die Stimulation individuell angepasst und erfolgte vorrangig auf den Hüftabduktoren sowie den Knieextensoren.

Am Ende des Aufenthaltes war das unterstützte Stehen bis zu 10 Minuten schmerzfrei möglich. Dabei war Nadine seit Jahren wieder in der Lage, beide Beine aktiv zu strecken. Der Vater berichtete auch entsprechende Erfolge in der täglichen Intimpflege. Durch die erlangte Tonusreduktion erweiterte sich das passive Bewegungsausmaß in Abduktion und erleichterte alle Aktivitäten des täglichen Lebens.

### **Fall E: Fabienne (20 Jahre)**

**Diagnose:** Radialisparese

**Motorische Defizite:** Fallhand

**Therapeutisches Ziel:** Aktivierung des Nervus Radialis

#### **Verlaufsbeschreibung:**

Zu Beginn der Behandlung bestand eine vollständige Radialisparese. Die Patientin war nicht in der Lage die Hand zu heben.



Therapieinhalt: Zentrale und periphere Stimulation im Wechsel mit funktionellem Training.



Beginn der Restitution

B



Am Ende der Behandlung konnte die volle Funktion der Nervus radialis innervierten Muskulatur erreicht werden, sodass die Patientin ihre Ausbildung zur Lackiererin fortsetzen konnte.

### **Fall F: Lisa (17 Jahre)**

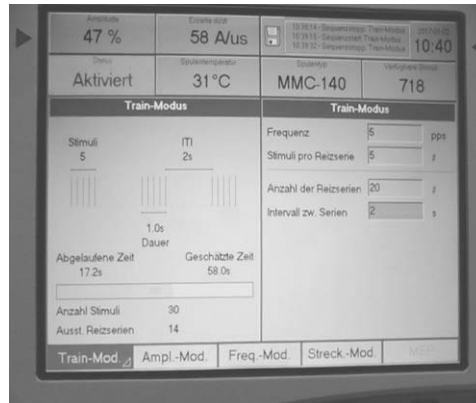
**Diagnose:** Querschnitt Lähmung

**Motorische Defizit:** Klassifikation der erworbenen Querschnittlähmung nach Lähmungsmaß (ASIA Impairment Scale) C - Inkomplett: Motorische Funktion ist unterhalb des neurologischen Niveaus erhalten und die Mehrzahl der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus haben einen Muskelkraftgrad von weniger als 3 (nach Janda).

**Therapeutisches Ziel:** Tonusregulation Maßnahmen zur Kräftigung der verbliebenen motorischen Restfunktionen; Funktionelles Training zur Verbesserung von Sitz- und Balancetraining, Steh- und Gehtraining sowie Gangschule und Training für das tägliche Leben (Transfer Bett/ Rollstuhl, Toilette etc., Rollstuhltraining).

## Verlaufsbeschreibung

Primär besteht bei einer Querschnittlähmung eine schlaffe motorische Parese (spinaler Schock). Im weiteren Verlauf der Querschnittlähmung entwickeln sich dann spinale Automatismen, welche in Form einer Tonuserhöhung bestehende Funktionen erschwert oder unmöglich machen können. Schon in der Phase des spinalen Schocks setzten wir die Magnetstimulation ein. Ziel war es den spinalen Automatismen (Tonuserhöhungen) entgegen zu wirken, um bestehende Funktionen zu erhalten und das Potential eventuell noch möglicher Funktionen auszuschöpfen und nicht durch die Tonuserhöhung zu verlieren.



Neben der Tonusregulation wurde die Magnetstimulation in ein funktionelles Training wie beschrieben integriert.

Am Ende des Aufenthaltes konnte Lisa frei und ohne Hilfsmittel laufen. Die motorische Funktion war unterhalb des Schädigungsniveaus erhalten. Die Mehrzahl der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus hatten einen Muskelkraftgrad größer oder entsprechend 3 (nach Janda). Klassifikation der erworbenen Querschnittlähmung nach Lähmungsmaß (ASIA Impairment Scale) D inkomplett.



D – Inkomplett erhalten und die Mehrheit der Kennmuskeln unterhalb des neurologischen Niveaus hatten einen Muskelkraftgrad größer oder entsprechend 3 (nach Janda).

### **Fazit**

Die rFMS ist schmerzfrei und bietet damit die Möglichkeit sich auf die Bewegungsabläufe zu konzentrieren und so stressfrei Bewegungserfahrungen zu machen. Dies ist ein unschätzbare Vorteil vor allem in der Therapie mit Kindern.

Über das sensomotorische Feedback wird die Möglichkeit, Bewegung zu lernen, wesentlich erweitert. Repetition hilft dem Nervensystem die Verschaltungen zu trainieren und so neue Verknüpfungen zu erzielen. Die rFMS ist ohne Aufwand, wie zum Beispiel, Elektroden kleben einsetzbar.

Die rFMS ist in jedes Behandlungskonzept integrierbar und kann beim gerätegestützten Training Bewegungen zusätzlich unterstützen.

Unsere Erfahrungen mit Patienten zeigen, dass erzielte Ergebnisse nachhaltig sind.



Die oft schwer traumatisierten Patienten leiden unter den Paresen, die oft zu Bewegungslosigkeit oder massiven Einschränkungen führen. Der Zugang zur Bewegung ist plötzlich abgeschnitten. Die Bewegungsvorstellung, ist bisweilen verloren und verliert sich immer mehr, je länger die Lähmung anhält. Es ist beeindruckend, wenn durch Stimulation Bewegungen ausgelöst wird und Patienten ungläubig Zeuge werden dürfen, dass Bewegung möglich ist. Dem bewusst werden einer Bewegung folgt meist eine ganz neue Motivation in der Therapie. Oft gelingt es auch lange brach liegende Funktionen zu aktivieren. Ein Patient in unserem Haus war 6 Jahre nach seinem Unfall durch Magnetstimulation wieder in der Lage, den M.glutaeus maximus zu aktivieren. Eine interessante Erfahrung, die nachdenklich macht und die Frage aufkommen lässt: Wie viele Patienten mag es wohl geben, bei denen aktivierbare Funktionen brach liegen?

Ein umsichtiger Umgang mit der Methode kann Patienten Möglichkeiten aufzeigen und dämpft falsche Hoffnungen ein.

Die Arbeit im therapeutischen Alltag zeigt, dass die periphere, repetitive Magnetstimulation eine neue, interessante und vor allem sinnvolle Ergänzung in der Physiotherapie ist.

### **Literaturverzeichnis:**

Hüter-Becker, Antje, and Ulrich Betz, eds. Das neue Denkmodell in der Physiotherapie. Vol. 1. Georg Thieme Verlag, 2006.

Lotz, B.P., Dunne, J.W., Daube, J.R.: Preferential activation of muscle fibres with peripheral magnetic stimulation of the limb. *Muscle Nerve*. 24 (1989): 568-573

Machetanz, J., Bischoff, C., Pichlmeier, R., Riescher, H., Meyer, B.U., Sader, A., Conrad, B.: Magnetically induced muscle contraction is caused by motor nerve stimulation and not by direct muscle activation. *Muscle Nerve*. 17 (1994): 1170-1175

Marz-Loose, Helgrit, and H. Siemes. "Repetitive periphere Magnetstimulation." *Der Nervenarzt* 80.12 (2009): 1489-1495.

Richter, Philipp, and Eric Hebgen. Triggerpunkte und Muskelfunktionsketten: in der Osteopathie und Manuellen Therapie. Georg Thieme Verlag, 2011.

Rohen, Johannes W. "Funktionelle Anatomie des Nervensystems." (1985).

Schleip, Robert. "Die Bedeutung der Faszien in der manuellen Therapie." DO-Deutsche Zeitschrift für Osteopathie 2.01 (2004): 10-16.

Shepherd R.B., Carr J.H. Zusammenhang von Schädigungen, sekundären Anpassungen ... neuroreha 2010; 3: 118–125

Stock, M. 2012: Dreidimensionale Schwingung- Anwendung und Auswirkung auf das muskuläre Gewebe

Struppler, A., et al. "Eine neue Methode zur Frührehabilitation zentralbedingter Lähmungen von Arm und Hand mittels Magnetstimulation." EEG-EMG Zeitschrift für Elektroenzephalographie, Elektromyographie und verwandte Gebiete 27.03 (1996): 151-157.

Siebner/Ziemann, " Das TMS-Buch", Springer Verlag

Trepel, Martin. „Neuroanatomie: Struktur und Funktion. Vol. 3.“, Urban & Fischer, 2003.

Waibler, D. 2014: Magnetstimulation in der Praxis, Fallbeispiel

Will, D. 2007, Einfluss der repetitiven peripheren Magnetstimulation (RPMS) auf die Gelenkstabilisierung – Versuch eine Modulation auf kortikaler Ebene mittels transkranieller magnetischer Doppelstimulation nachzuweisen

Young, Robert R. "Spasticity: a review." Neurology 44.11 Suppl 9 (1994): S12-20.

I.A.Kapandji, „Funktionelle Anatomie der Gelenke“ Enke

Philipp Hering, „Motorkortikale Erregbarkeit nach repetitiver peripherer Magnetstimulation – Vergleich zweier Stimulationsverfahren“

Malte Moritz Müller, Die Wirkung der repetitiven peripheren

Magnetstimulation (RPMS) bei Patienten mit spastischer Parese nach zerebralen Durchblutungsstörungen Untersuchungen mit Verum- und Sham-Stimulationen

Emina Wamser, Über den Ursprung der zerebralen Spastik: Eine klinisch-anatomische Untersuchung

Annika Saak, Einfluss der invasiven kontrollierten Beatmung auf die Zwerchfellkraft, Messung des endotrachealen Druckes vor und nach invasiver kontrollierter maschineller Beatmung im Weaningprozess

Susanna Freivogel, „Motorische Rehabilitation nach Schädel Hirn Trauma“ Pflaum, Verlag München

Veronika Lehmeier, Quantitative diaphragmale In-vivo-Elektromyographie nach Phrenikusdenervation und kollateraler Reinnervation

Eickhof, C. et al., "Therapeutische Methoden und Interventionen." *Handfunktionsstörungen in der Neurologie*. Springer Berlin Heidelberg, 2011. 191-301.

Phillips, C. G., Powell, T. P. S., & Wiesendanger, M. (1971). Projection from low-threshold muscle afferents of hand and forearm to area 3a of baboon's cortex. *The Journal of physiology*, 217(2), 419-446.

Frommelt, Lösslein, „Neuro Rehabilitation“, Springer Verlag

Antje Hüter Becker, Mechthild Dölken, „Biomechanik, Bewegungslehre, Leistungsphysiologie, Trainingslehre“ S311

C.Richardson P.Hodges J. Hides, „Segmentale Stabilisation im LWS-und Beckenbereich“, Urban und Fischer

L. Döderlein, „Infantile Zerebralparese“, Steinkopff Verlag

Hess, C.W., Mills, K.R., Murray, N.M.: Magnetic stimulation of the human brain facilitation of motor responses by voluntary contraction of ipsilateral and contralateral muscles with additional observation on an amputee. *Neurosci Lett*. 71 (1986): 235-240

In der Schriftenreihe Jugendwerk bisher vorgelegt:

Nr.	Bereich	Autoren	Thema
1	Sonderpädagogik	Edith Döhla Mona Kern	Die schulische Beurteilung kognitiv stark beeinträchtigter Rehabilitanden - ein Leitfaden
2	Sonderpädagogik	Jörg Rinninsland	Kunst und Rehabilitation
3	Sonderpädagogik	Manfred Bürkle	Rückkehr in die Regelschule - Interviews mit Rehabilitanden 7 Jahre nach ihrer Entlassung
4	Medizin	Paul Diesener	nach schweren Hirnverletzungen: Vegetative Instabilität / Der Umgang mit Schluckstörungen
5	Sozialpädagogik	Bernd Sommer	Pädagogik und Neurologische Rehabilitation hirngeschädigter Kinder, Jugendlicher und junger Erwachsener - Versuch einer Standortbestimmung
6	Sozialpädagogik	Christoph Kuonath Bernd Sommer	Biographie und Behinderung Teil 1 Subjektive Deutungen und Bewältigungsstrategien von Krankheit und Behinderung
7	Physiotherapie	Norbert Schreiber	Rollstuhlversorgung - mehr als ein technischer Vorgang
8	Unterstützte Kommunikation	Hans-Georg Lauer Martin Loew Karin Hahn	Unterstützte Kommunikation - Aspekte eines Arbeitsbereiches
9	Neurologische Rehabilitation		Das Hegau-Jugendwerk Ein Überblick über Arbeitsbereiche und inhaltliche Schwerpunkte der Einrichtung
10	Sozialpädagogik	Bernd Sommer Christoph Kuonath	Biographie und Behinderung Teil 2 Lebenslauf, Krankheitsverarbeitung und Rehabilitation
11	Sonderpädagogik		Die Wilhelm-Bläsig-Schule Die Krankenhausschule in der Neurologischen Rehabilitation
12	Unterstützte Kommunikation	Gabi Schlicht-Steiner	Chancen und Grenzen einer elektronischen Kommunikationshilfe - ein Fallbeispiel
13	Logopädie	Armin Wieland Christina Möhrle Martin Loew	Jugendliche Aphasiker
14	Medien- Pädagogik	Dieter Cloos-Kiebel	Hejuga – Das Internet-Café im Hegau-Jugendwerk
15	Krankenpflege	Ulla Schüllli-Pohl	Die Krankenpflege in der Neurologischen Rehabilitation
16	Sonderpädagogik	Volker Waller	Aspekte des Computereinsatzes in der Behindertenpädagogik / Manual OMMLET
17	Kultur im Krankenhaus	Frank Keller	„Lachen ist die beste Medizin!“ Bedeutung und Anwendung von Humor in der Neurologischen Rehabilitation

18	Logopädie	Martin Loew Katja Böhringer	Kindliche Aphasie
19	Sonderpädagogik	Cornelia Wegner Nicole Graf	Der Schulkindergarten
20	Kultur im Krankenhaus	Jane Keller-Pracht	Clownvisiten
21	Tanztherapie	Gisèle Marti	Ich liebe den Tanz, denn er befreit den Menschen - ein tanztherapeutischer Erfahrungsbericht aus der Neurolog. Rehabilitation
22	Sonderpädagogik	Bettina Jooss	Aphasie und Krankheitsverarbeitung Fallbeispiel einer jugendlichen Aphasikerin
23	Sonderpädagogik	Jörg Rinninsland	Aus der Traum !? RehabilitandInnen schreiben in der Patientenzeitung PATZ
24	Medizin	Paul Diesener	Kostenaufbau und Kommunikation unter intensivmedizinischen Bedingungen
25	Berufstherapie	Michael Heßler u.a.	Aspekte und Möglichkeiten der berufstherapeutischen Rehabilitation - Die Berufstherapie im Hegau-Jugendwerk
26	Sozialpädagogik	Isabel Schlögl	Professionelles sozialpädagogisches Handeln am Beispiel eines Kreativprojekts
27	Sozialpädagogik	Bernd Sommer	Krankheit, Behinderung und Rehabilitation im Rückblick - Gespräche mit dem ehemaligen Rehabilitanden Christoph Kuonath
28	Sonderpädagogik	Arno Fehringer	Konkrete Mathematik Aspekte des Mathematik-Unterrichts dargestellt am Thema „Deltaeder“
29	Ergotherapie	Andrea Pilgermann	Den Alltag zurückerobern – Ergotherapeutische Behandlungsansätze
30	Neurologische Rehabilitation		Diagnostik in der Neurologischen Rehabilitation - Ein Überblick über Vorgehensweisen im Hegau-Jugendwerk Gailingen
31	Sonderpädagogik	C. Wegner-Schmidt S. Henninger	Tipps zum Schulanfang
32	Psychologie	Marina Fraas	Bewältigung des Lebens mit chronischer Aphasie - eine qualitative Untersuchung
33	Sonderpädagogik	Jörg Rinninsland (Hrsg.)	Die Wilhelm-Bläsig-Schule Ein Überblick über Angebot und Struktur
34	Medizin	Stefan Daub Klaus Scheidtmann (Hrsg.)	Gedanken zur motorischen Rehabilitation in der Neuro-Rehabilitation
35	Sozialpädagogik	Theresa Schwenk	Störungen der Exekutivfunktionen nach SHT - Interventionsmöglichkeiten
36	Sozialpädagogik	Nathalie Ehrlicher	TGT
37	Sonderpädagogik	C.Wegner-Schmidt et.al.	Hilfestellung zur Förderung im Vorschulalter Orientierungshilfen und Anregungen
38	Physiotherapie	Anna Wehling	Die repetitive funktionelle Magnetstimulation in der Neurorehabilitation