

**EFFEKTE DER BEWEGUNGSTHERAPIE IM  
WASSER (HALLIWICK-THERAPIE) AUF DIE  
FUNKTIONELLE MOBILITÄT BEI  
SCHLAGANFALLPATIENTEN – EINE  
KONTROLLIERTE, RANDOMISIERTE  
STUDIE**

MASTER THESIS ZUR ERLANGUNG DES AKADEMISCHEN  
GRADES

„Master of Science MSc“

im Universitätslehrgang Neurorehabilitation

von

W. Florian Tripp

Department für Klinische Medizin und  
Präventionsmedizin – Zentrum für Klinische  
Neurowissenschaften

an der Donau-Universität Krems

Betreuer:

Priv.Doz. Dr. med. Karsten Krakow

Facharzt für Neurologie

Chefarzt Asklepios Neurologische Klinik Falkenstein

Frankfurt am Main, den 23.01.2011

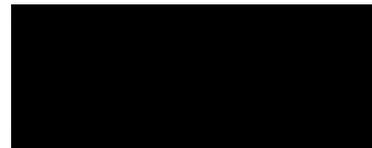
## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, W. Florian Tripp, geboren am 29.04.1976 in Bad Soden-Salmünster erkläre,

1. dass ich meine Master Thesis selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe,
2. dass ich meine Master Thesis bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe,
3. dass ich, falls die Arbeit mein Unternehmen betrifft, meinen Arbeitgeber über Titel, Form und Inhalt der Master Thesis unterrichtet und sein Einverständnis eingeholt habe.

Frankfurt am Main, den 23.01.2011

Ort, Datum



Unterschrift

## INHALTSVERZEICHNIS

I.	Eidesstattliche Erklärung.....	1
II.	Inhaltsverzeichnis.....	2
III.	Danksagung.....	4
IV.	Zusammenfassung.....	5
V.	Abstract.....	6
1	Einleitung.....	7
1.1	Der Schlaganfall – Inzidenz und Bedeutung der Rehabilitation.....	7
1.2	Senso-motorische Beeinträchtigungen nach Schlaganfall.....	9
1.3	Motorische Rehabilitation nach Schlaganfall.....	11
1.3.1	Reorganisation und Plastizität.....	11
1.3.2	Prinzipien der motorischen Rehabilitation.....	13
1.4	Motorisches Lernen im Wasser.....	16
1.4.1	Physikalische Eigenschaften des Wassers.....	16
1.4.2	Einfluss der physikalischen Eigenschaften auf die motorische Erholung.....	23
1.5	Halliwick-Konzept und Halliwick-Therapie.....	27
1.5.1	Geschichte und Entwicklung.....	27
1.5.2	Halliwick-Therapie.....	30
1.5.2.1	Das 10-Punkte-Programm.....	30
1.5.2.2	Die Elemente der Wasserspezifischen Therapie.....	35
1.6	Bisherige Evidenz.....	42
1.7	Hypothesen.....	45
2	Methodik.....	47
2.1	Studiendesign.....	47
2.2	Outcomeparameter.....	51
2.2.1	Primäre Outcomevariable.....	51
2.2.2	Sekundäre Outcomevariablen.....	53
2.2.3	Messzeitpunkte.....	55

2.3 Deskriptive Datenerhebung.....	55
2.4 Datenanalyse.....	55
3 Ergebnisse.....	57
3.1 Deskriptive Datenanalyse.....	57
3.1.1 Teilnehmer und Drop-outs.....	57
3.1.2 Charakteristika der Studienteilnehmer.....	59
3.2 Induktive Statistik.....	62
3.2.1 Phasenverteilung der Patienten.....	62
3.2.2 Ergebnisse der Outcomemessungen.....	63
3.2.3 Gruppenabhängige Outcomeunterschiede.....	64
3.2.4 Responderanalyse.....	67
4 Diskussion.....	70
4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	70
4.2 Generalisierbarkeit und Einschränkungen.....	71
4.3 Interpretation und Ausblick.....	71
Anhang	
I. Literaturverzeichnis.....	76
II. Tabellenverzeichnis.....	84
III. Abbildungsverzeichnis.....	84
IV. Abkürzungsverzeichnis.....	85
V. Patientenaufklärung.....	86
i. Patienteninformation.....	86
ii. Einverständniserklärung.....	88
VI. Messinstrumente.....	89
i. Berg Balance Scale.....	89
ii. Functional Ambulation Categories.....	90
iii. Rivermead Mobility Index.....	92

## DANKSAGUNGEN

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn Priv.Doz. Dr. med. Krakow für die sofortige Zusage zur Betreuung dieser Arbeit und für die aufgewendete Zeit. Vielen Dank für die konstruktive Unterstützung und die wertvollen Anregungen und Vorschläge.

Die Durchführung der Studie erforderte die Unterstützung des gesamten Physiotherapie-Teams der Asklepios Neurologische Klinik Falkenstein. Vielen Dank an alle, die bei der Rekrutierung der Studienteilnehmer mitgeholfen haben. Besonderen Dank an Barbara Hasselbach, die mich hierbei und bei den Testungen vertreten hat und die als leitende Physiotherapeutin mein Studium unterstützt hat.

Vielen Dank an die „Halliwick-Therapeuten“, die die Studie mitgetragen haben und die Patienten kompetent behandelt haben.

Vielen Dank an Ann-Kathrin Bruhn, Giesela Göser und Stefanie Humbert für die Planung der Therapietermine und für spontanes Einplanen von Studienpatienten auch nach Abschluss des Planlaufs.

Vielen Dank an Magdalena Dragon für den SPSS-Crashkurs und die Unterstützung bei der Aufklärung der Patienten.

Vielen Dank an meine Familie, die mich unterstützt hat während des gesamten Studiums und während der Master-Thesen-Zeit.

Vielen Dank an meine Freunde und Mitbewohner, die es toleriert haben, dass ich während der Master-Thesen-Zeit sehr wenig Zeit für sie hatte und nicht immer gut gelaunt und ausgeschlafen war.

## ZUSAMMENFASSUNG

**Titel:** Effekte der Bewegungstherapie im Wasser (Halliwick-Therapie) auf die funktionelle Mobilität bei Schlaganfallpatienten – Eine kontrollierte, randomisierte Studie

**Ziel:** Evaluation der Wirksamkeit der physiotherapeutischen Behandlung im Bewegungsbad (Halliwick-Therapie) im Bezug auf Aktivitäten im Bereich der Mobilität in der postakuten Rehabilitationsphase nach Schlaganfällen

**Design:** Kontrollierte, randomisierte Studie mit verblindeter Auswertung

**Setting:** Klinik für Neurologie und Neurologische Rehabilitation

**Teilnehmer:** Patienten nach erstmalig aufgetretenem Schlaganfall in der postakuten stationären Rehabilitation (n=30)

**Interventionen:** In der Halliwick-Therapiegruppe (n=14) wurden die Patienten während eines Zeitraums von 2 Wochen 3x wöchentlich für 45 Minuten im Bewegungsbad behandelt (Halliwick-Therapie) und 2x wöchentlich mit Standard-Physiotherapie. In der Kontrollgruppe (n=16) erhielten die Patienten über einen Zeitraum von 2 Wochen 5x wöchentlich Standard-Physiotherapie.

**Outcomeparameter:** Primäre Outcomevariable war die posturale Stabilität (Berg Balance Scale). Sekundäre Outcomevariablen waren die Funktionelle Reichweite (Functional reach), die funktionelle Gehfähigkeit (Functional Ambulation Categories) und die basale funktionelle Mobilität (Rivermead Mobility Index).

**Ergebnisse:** In beiden Gruppen wurden signifikante Verbesserungen aller Outcomevariablen gemessen. Die Mittelwerte der Verbesserungen waren in der Halliwick-Therapiegruppe bei allen Outcomemessungen größer als in der Kontrollgruppe. Verglichen mit der Kontrollgruppe erreichten signifikant mehr Patienten aus der Halliwick-Therapiegruppe (83,3% vs. 46,7%) eine signifikante Verbesserung der Berg Balance Scale ( $p < 0,05$ ). Die Verbesserung der funktionellen Gehfähigkeit war tendenziell signifikant größer in der Halliwick-Therapiegruppe (MW  $1,25 \pm 0,866$ ) als in der Kontrollgruppe (MW  $0,73 \pm 0,704$ ) ( $p < 0,1$ ). Die Analysen der Ergebnisse des Functional reach und des Rivermead Mobility Index zeigten größere Verbesserungen in der Halliwick-Therapiegruppe, erreichten jedoch kein Signifikanzniveau.

**Schlussfolgerungen:** Mit dieser ersten kontrollierten Studie zur Physiotherapie im Bewegungsbad bei Schlaganfallpatienten in der postakuten stationären Rehabilitationsphase konnten nach zwei Wochen größere Verbesserungen der posturalen Stabilität und der funktionellen Gehfähigkeit im Vergleich zur Standardtherapie gezeigt werden. Weitere Untersuchungen mit höheren Teilnehmerzahlen und einem längeren Untersuchungszeitraum sind notwendig.

### Stichworte für die Bibliothek:

*Schlaganfall, Motorische Erholung, Aquatherapie, Halliwick-Therapie, Mobilität, Gleichgewicht*

## ABSTRACT

**Title:** Effects of an aquatic therapy approach (Halliwick-Therapy) on functional mobility in stroke patients – a randomized controlled trial

**Objective:** To evaluate a physiotherapeutic aquatic therapy approach (Halliwick-Therapy) as it relates to activities in the area of mobility during the post-acute phase of rehabilitation after a stroke

**Design:** Randomized controlled trial with blinded assessment

**Setting:** Clinic of neurology and neurological rehabilitation

**Participants:** Patients after first-ever stroke in post-acute inpatient rehabilitation (n=30)

**Interventions:** In the Halliwick-Therapy group (n=14) the treatment over a period of two weeks included 45 min of aquatic therapy (Halliwick-Therapy) 3 times per week and a conventional physiotherapeutic treatment 2 times per week. Subjects in the control group (n=16) received conventional physiotherapeutic treatment over a period of two weeks 5 times per week.

**Outcome measures:** The primary outcome variable was postural stability (Berg Balance Scale). Secondary outcome variables were functional reach, functional gait ability (Functional Ambulation Categories) and basic functional mobility (Rivermead Mobility Index).

**Results:** In both groups significant improvements in all outcome variables were measured. The mean values of the improvements were higher in the Halliwick-Therapy group than in the control group. Compared to the control group, significantly more subjects in the Halliwick-Therapy group (83,3% vs. 46,7%) attained significant improvement of the Berg Balance Scale ( $p < 0,05$ ). Improvement of the functional gait ability was significantly higher in the Halliwick-Therapy group (mean value  $1,25 \pm 0,866$  SD) than in the control group (mean value  $0,73 \pm 0,704$  SD) ( $p < 0,1$ ). The analysis of the results in functional reach and the Rivermead Mobility Index indicated greater improvements in the Halliwick-Therapy group but did not reach a level of significance.

**Conclusions:** This first clinical trial of aquatic physiotherapy in post-acute stroke patients in an inpatient setting displayed greater improvements of postural stability and functional gait ability after two weeks of intervention in comparison to conventional treatment. Further studies with larger sample sizes and longer study duration are necessary.

**Key Words:**

*Stroke, Motor Recovery, Aquatic Therapy, Halliwick-Therapy, Mobility, Balance*

# *Kapitel 1*

## EINLEITUNG

### 1.1 Der Schlaganfall – Inzidenz und Bedeutung der Rehabilitation

Der Schlaganfall ist bereits jetzt einer der führenden Gründe für Behinderung und dauerhafte Pflegebedürftigkeit weltweit und nach den kardiovaskulären Erkrankungen und Krebserkrankungen die dritthäufigste Todesursache in den industrialisierten Ländern (Lopez et al., 2006). Da der Schlaganfall vorwiegend im höheren Lebensalter auftritt und es in Europa zu der Hälfte der erstmaligen Schlaganfälle in der Bevölkerungsgruppe der über 73-Jährigen kommt (Heuschmann et al., 2010), lässt die demografische Entwicklung eine deutlich ansteigende Inzidenz von Schlaganfällen erwarten (Ringleb, Schellinger und Hacke et al., 2008; Foerch et al., 2009). So ist im Bundesland Hessen von einer Zunahme der stationär zu behandelnden Schlaganfallpatienten<sup>1</sup> um 70% bis zum Jahr 2050 auszugehen (Foerch et al., 2010).

Beim Schlaganfall kommt es durch eine ischämische oder hämorrhagische Störung des cerebro-vaskulären Systems zu einer Schädigung von Hirngewebe, die je nach Lokalisation und Größe der Schädigung zu einem unterschiedlich ausgeprägten Auftreten der möglichen Symptome führt. Neben neuro-kognitiven Beeinträchtigungen und Beeinträchtigungen der Sprache, treten Dysphagie, Dysarthrophonie, Inkontinenz, Koordinationsstörungen, Sensibilitätsstörungen und Hemiparese bzw. Hemiplegie als Folgen der Hirnschädigung auf. Die Hemiparese bzw. Hemiplegie wird mit über 80% als das am häufigsten auftretende neurologische Symptom nach Schlaganfällen beschrieben (Sommerfeld et al., 2004), und mit dem Schweregrad der Parese hängen die Einschränkungen bei der Ausführung von Alltagsfunktionen zusammen (Andrews u. Bohannon, 2000).

---

<sup>1</sup> Hinweis: Die weibliche Form ist in dieser Arbeit stets mit gemeint, auch wenn zur besseren Übersichtlichkeit und Lesbarkeit nur die männliche Form verwendet wird.

Der Schlaganfall ist ein medizinischer Notfall, der einer sofortigen qualifizierten Behandlung bedarf. Die Behandlung des akuten Schlaganfalls in spezialisierten Stroke-units hat sich als effektiv erwiesen. So erhöht die Behandlung des Schlaganfalls in einer Stroke-unit im Vergleich zur Behandlung in einer anderen Station für den Betroffenen die Wahrscheinlichkeit zu überleben, wieder nach Hause zurückzukehren und die Unabhängigkeit zurück zu erlangen (Govan et al., 2008; Hachinski et al., 2010). In Deutschland werden derzeit geschätzt etwa 50% der Schlaganfallpatienten initial in einer Stroke-unit versorgt und weitere ca. 15-20% in Intensivstationen oder neurochirurgischen Abteilungen (Heuschmann et al., 2010).

Obgleich in den letzten Jahren in den einkommensstarken Ländern flächendeckend regionale und überregionale Stroke-units zur spezialisierten Akutbehandlung von Schlaganfallpatienten eingerichtet wurden, verlassen viele Betroffene die Akutphase mit eingeschränkter Mobilität und Abhängigkeit von Assistenz. Diese Patienten werden in der subakuten Behandlungsphase nach dem Schlaganfall in Deutschland und Österreich meist in stationären Rehabilitationseinrichtungen intensiv behandelt, um die Krankheitsfolgen und die Abhängigkeit von Assistenz zu mindern.

Im Bundesland Hessen zeigten im Jahr 2009 bei der Aufnahme in einer Rehabilitationseinrichtung 25,8% der Schlaganfallpatienten eine schwere Behinderung (Barthel-Index unter 30) und 32,1% eine moderate Behinderung (Barthel-Index 30 – 70) (Geschäftsstelle Qualitätssicherung Hessen, 2010). Mehr als 50% der Schlaganfallpatienten in der stationären Rehabilitation zeigen also initial deutliche bis schwere Einschränkungen im Bereich der basalen Aktivitäten des täglichen Lebens und der Mobilität.

Die meisten der Schlaganfallüberlebenden verlassen die stationären Behandlungsmaßnahmen zwar in deutlich gebessertem Zustand, aber dennoch behalten 15–30% der Schlaganfallüberlebenden eine dauerhafte Behinderung (Roth, 2009), sodass der motorischen Rehabilitation in der subakuten Behandlungsphase eine besondere Wichtigkeit zukommt.

Die Forschung im Bereich der Rehabilitation hat daher neben Präventionsprogrammen und der weiteren Optimierung der Akutversorgung eine hohe Bedeutung, um die Lebensqualität und die Möglichkeiten zur Teilhabe von

Schlaganfallüberlebenden künftig zu erhöhen. Die Erkenntnisse über motorisches Lernen und die Möglichkeiten des geschädigten Gehirns für reparative Prozesse müssen zunehmend mehr Umsetzung in der klinischen Anwendungspraxis finden und die bestehenden therapeutischen Interventionen in klinischen Studien überprüft werden, um die Implementierung von evidenzbasierten Empfehlungen im therapeutischen Bereich auf eine breite Basis zu stellen.

Unter diesen Gesichtspunkten soll in der vorliegenden Arbeit die physiotherapeutische Behandlung im Bewegungsbad (Halliwick-Therapie), die im Rahmen der stationären Rehabilitation in der subakuten Behandlungsphase international verbreitet im einzeltherapeutischen Setting eingesetzt wird, betrachtet und untersucht werden. Die spezifischen Eigenschaften des Wassers und deren Einfluss auf das motorische Lernen nach einer Hirnschädigung sollen in dieser Arbeit ebenso beschrieben werden, wie kritisch hinterfragt werden soll, ob die Halliwick-Therapie Verbesserungen der funktionellen Mobilität erreicht und die Alltagskompetenz der behandelten Personen erhöht werden kann.

## 1.2 Senso-motorische Beeinträchtigungen nach Schlaganfall

Die Lokalisation und Größe der cerebralen Gewebsschädigung bestimmen initial nach einem Schlaganfall das Ausmaß der sensomotorischen Beeinträchtigungen. Zusätzlich können sekundäre Effekte wie Diaschisis und lokale Ödembildung einen Funktionsverlust in primär nicht geschädigten Bereichen auslösen (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 93) und damit das Ausmaß der funktionellen Beeinträchtigungen erhöhen.

Die motorischen Symptome können in ihrer Ausprägung von einer leichten Koordinationsstörung bis zur vollständigen Lähmung einer Körperhälfte reichen (Bernhardt, J. in: Carr u. Shepherd, 2010, 256). Das typische Störungsbild wird durch eine Schädigung des motorischen Cortexes oder dessen cortico-spinaler Projektionen ausgelöst.

Die Beeinträchtigungen der motorischen Kontrolle, die durch eine Schädigung im Bereich des ersten motorischen Neurons (Upper Motor Neuron Syndrome) ausgelöst werden, werden in negative, positive und adaptive Merkmale unterteilt (Carr u. Shepherd, 2003, 210; Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 102; Carr u. Shepherd, 2010, 193).

Negative Merkmale sind Lähmung oder Schwäche durch verminderte oder fehlende cortico-spinale Rekrutierung motorischer Einheiten, verlangsamte Bewegungsinitiierung und verminderte Kontraktionsgeschwindigkeit, sowie Beeinträchtigung der Koordination und Geschicklichkeit durch reduzierte Synchronisation der Rekrutierung motorischer Einheiten und gestörte reziproke Innervation.

Als positive Merkmale werden das Auftreten von Spastizität und Hyperreflexie, die Irradiation von Reflexen, Kokontraktion und assoziierte Reaktionen genannt. Die positiven Merkmale treten oft erst mit zeitlicher Verzögerung nach dem Schlaganfall ein. Über die Häufigkeit des Auftretens von erhöhter Reflexaktivität und Spastizität liegen in der Literatur unterschiedliche Angaben vor (Carr u. Shepherd, 2003, 215). Lundström et al. (2010) berichten über das Auftreten von Spastizität bei 20% der Schlaganfallpatienten. Ein Jahr nach einem erstmalig aufgetretenen Schlaganfall zeigten noch 17% der Patienten eine Spastizität, die aber nur bei 4% der Patienten behinderungsrelevant war (Lundström et al., 2008).

Die mit den negativen Merkmalen einhergehende Aktivitätsminderung oder Immobilisierung führt zu den adaptiven Merkmalen. So kommt es zu neuromuskulären und arthro-ossären Veränderungen mit dem Verlust motorischer Einheiten, dem Umbau von phasischen Muskelfasern in tonische, zum Abbau von Sarkomeren, Reduktion des Gelenkknorpels und Fibrosierung von Gelenkkapseln und Faszien (Carr u. Shepherd, 2003, 222; Horst, 2005, 71). Durch die adaptiven Vorgänge erhöht sich der visko-elastische Gewebswiderstand gegen aktive und passive Bewegungen und damit die Steifigkeit der Muskulatur.

Durch Interaktion der negativen und adaptiven Phänomene kommt es zur Reduktion des aktiven und passiven Bewegungsausmaßes und der erforderliche Kraftaufwand für aktive Bewegungen nimmt zu.

Während in der Vergangenheit die Verminderung oder Hemmung der positiven Merkmale häufig im Vordergrund der Behandlung stand, werden diese heute eher als Kompensationsstrategie in Anpassung an die primären und adaptiven Vorgänge betrachtet (Horst, 2005, 72). Der Fokus der therapeutischen Interventionen zielt daher auf die Förderung von Aktivität und Mobilität zur Verbesserung von Kraft, Koordination und Geschicklichkeit. Die Befürchtungen, dadurch assoziierte Reaktionen zu fördern und vermehrte Spastizität auszulösen, haben sich nicht bestätigt (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 107).

Neben den motorischen Symptomen können sensorische Beeinträchtigungen unterschiedlicher Ausprägung als Folge von Schlaganfällen beobachtet werden und auf die motorischen Fähigkeiten Einfluss nehmen.

In diesem Zusammenhang seien Störungen der taktilen und propriozeptiven Wahrnehmung, visuelle Störungen und perzeptuell-kognitive Störungen genannt (Carr u. Shepherd, 2003, 226).

Die Interaktionen der motorischen und sensorischen Schädigungen führen zu einer unterschiedlich ausgeprägten Beeinträchtigung der Fähigkeiten in den Bereichen Mobilität, posturale Kontrolle, sowie Greifen und Manipulieren.

Im Bereich der basalen Alltagsaktivitäten sind initial 75% der Schlaganfallpatienten eingeschränkt, wobei am häufigsten die Selbständigkeit bei Lagewechseln und Transfers, beim An- und Auskleiden, sowie bei der Fortbewegung reduziert ist (Jørgensen et al., 1999).

### 1.3 Motorische Rehabilitation nach Schlaganfall

#### 1.3.1 Reorganisation und Plastizität

Die motorische Erholung nach einem Schlaganfall ist von verschiedenen Faktoren abhängig und funktioniert auf der Basis unterschiedlicher neurophysiologischer

Abläufe, die durch den Rehabilitationsprozess beeinflussbar sind. Das Ausmaß und die Lokalisation der Hirnschädigung sind zwar von großer Bedeutung, aber das erreichbare funktionelle Niveau „hängt nicht nur von der verbliebenen Neuronenanzahl ab, sondern von deren Funktion und Fähigkeit zur Bildung von Verknüpfungen“ (Johansson, 2000).

In der frühen Erholungsphase in den ersten Stunden nach einem ischämischen Schlaganfall führt vor allem die Wiederaufnahme der Funktion von Neuronen im Bereich der ischämischen Penumbra zu Verbesserungen (Stein, 2004). Dies gelingt vor allem bei optimaler Akutversorgung, da in der den irreversibel geschädigten Infarktkern umgebenden Penumbra liegendes Hirngewebe innerhalb eines Zeitfensters gerettet werden kann. Die Wiederherstellung der cerebralen Durchblutung und weitere metabolische Prozesse wie die Rückbildung von intra- und extrazellulären Ödemen und die Rückbildung von Hämatomen nach intrazerebralen und subarachnoidalen Blutungen ermöglichen die funktionelle Erholung von nicht zerstörtem Hirngewebe (Feeney u. Baron, 1986).

Weitere Verbesserungen in der frühen Erholungsphase entstehen vermutlich durch die Auflösung der Diaschisis (Stein, 2004), die durch die Deafferenzierung und den Wegfall der Inhibition aus dem Infarktbereich funktionelle Defizite über den primär geschädigten Bereich hinausgehend in ganzen funktionellen Netzwerken, auch die contralaterale Hemisphäre betreffend, verursacht (Feeney u. Baron, 1986; Johansson, 2000).

Die weitere morphologische und funktionelle Reorganisation wird ermöglicht durch aktivitätsabhängige Modifikation der synaptischen Verbindungen durch Langzeit-Potenzierung (LTP) bzw. Langzeit-Depression (LTD) (Johansson, 2000), sowie durch die Bildung neuer Verknüpfungen. Veränderungen finden weiträumig verteilt im Gehirn statt, sowohl in der geschädigten als auch in der contralateralen Hemisphäre.

Das Konzept der funktionellen und strukturellen Reorganisation wird durch Studien mit bildgebenden Verfahren unterstützt. Insbesondere konnte nachgewiesen werden, dass die adaptiven Vorgänge nach einer Hirnschädigung aktivitätsabhängig beeinflussbar sind (Classen et al., 1998; Liepert et al., 2000; Nudo, 2007). Die corticale Repräsentation von Funktionen nimmt bei vermehrtem Training zu und bei

vermindertem Gebrauch bzw. bei Immobilisation ab. Die Plastizität ermöglicht also Verbesserungen ebenso wie maladaptive Veränderungen, je nachdem, welcher Input angeboten wird.

Die Beeinflussbarkeit der Reorganisation durch Aktivität erfordert in der Rehabilitation ein aktivitätsförderndes Setting und den Einsatz von Therapiemethoden, die die Grundprinzipien des motorischen Lernens berücksichtigen.

### 1.3.2 Prinzipien der Motorischen Rehabilitation

In den vergangenen Jahren wurde viel darüber diskutiert, welche Therapiemethode oder welches Therapiekonzept in der motorischen Neurorehabilitation anderen überlegen sei. Dabei geriet teilweise die Frage, welche Intervention oder welche Methode zielführend bei spezifischen Problemstellungen und in unterschiedlichen Rehabilitationsphasen zur Anwendung kommen sollte, aus dem Focus der Betrachtungen. Die Wahl der geeigneten Intervention zur Problemlösung hängt dabei davon ab, wie die Umsetzung der Prinzipien der motorischen Rehabilitation in der jeweiligen Rehabilitationsphase gelingen kann.

Shumway-Cook und Woolacott definieren motorisches Lernen als „die Summe von Prozessen, die durch Übung oder Erfahrung zu relativ stabilen neuronalen Veränderungen und als Folge davon zu geschickten motorischen Handlungen auch unter wechselnden Kontextbedingungen führt“ (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 22). Motorisches Lernen nach einer Hirnschädigung ist grundsätzlich vergleichbar mit dem motorischen Lernen bei Gesunden (Majsak, 1996; Eckhardt u. Greb, 2008). Allerdings ist das Gehirn als sich selbst-organisierendes System nach einem Schlaganfall mit veränderten strukturellen Voraussetzungen und funktionellen Anforderungen konfrontiert. Ein plötzlich eingetretener Schaden und ein daraus resultierender hoher Bedarf an Reorganisation und Lernleistung unter pathologischen Bedingungen müssen bewältigt werden.

Die motorische Erholung resultiert daher aus Selbst-Reorganisationsprozessen und aus Lernen bzw. Wiedererlernen durch Übung und Wiederholung (Mulder u. Hochstenbach, 2001). Der Lernerfolg hängt dabei von den Anforderungen und der strukturellen Gestaltung des angebotenen Therapie- bzw. Lernprogramms ab (Carr u. Shepherd, 2003, 8-9).

Mulder hat vier Aspekte definiert (Mulder u. Hochstenbach, 2001; Mulder, 2007, 187-90), die als Voraussetzungen für erfolgreiches motorisches Lernen und damit auch als Voraussetzung für eine optimierte motorische Neurorehabilitation gelten:

- (1) Verfügbarkeit von Information / Input
- (2) Repetition und Variabilität des Inputs
- (3) Bedeutsamkeit des Inputs
- (4) Äquivalenz der Situationen

(1) Verfügbarkeit von Information / Input:

Die Verfügbarkeit von Information oder Input wird als *Conditio sine qua non* bezeichnet, da nur durch Input die für motorisches Lernen erforderlichen funktionellen und morphologischen neuronalen Veränderungen induziert werden. Bei fehlendem aktivierendem Input tritt nicht nur kein Lerneffekt ein, sondern eine maladaptive Anpassung ist feststellbar (Classen et al., 1998).

Aktivität als Stimulus für das selbst-organisierende Problemlösungsorgan Gehirn wird durch eine Aufgabe erforderlich. Zur Ausführung der Aufgabe können Feedforward-Information oder Feedback-Information verfügbar sein (Horst, 2005, 12). Feedforward-Informationen sind alle Informationen, die zur Bewegungsplanung bereitstehen, vor allem visuelle Vorinformation und Verständnis der Aufgabenstellung. Schnelle und automatisierte Bewegungen werden vornehmlich durch Feedforward-Informationen bestimmt. Die Adaptation eines Bewegungsschemas auf veränderte Umweltbedingungen und fein koordinierte Bewegungen erfordern hingegen Feedback-Informationen. Intrinsische und extrinsische Feedback-Informationen ermöglichen die Anpassung des ausgewählten Bewegungsplanes bzw. bei neu oder wieder zu erlernenden

Bewegungen im Trial-and-Error-Verfahren die Verfeinerung und Ökonomisierung des motorischen Ablaufs beim nächsten Versuch (Carr u. Sheperd, 2010, 40).

(2) Repetition und Variabilität des Inputs:

Zur Herstellung von stabilen neuronalen Veränderungen sind viele Wiederholungen erforderlich (Carr u. Sheperd, 2010, 43). Über die reine Wiederholung von Bewegungen hinausgehend ist es allerdings erforderlich die Anforderungen zu variieren und zu steigern, um alltagsrelevante motorische Lernerfolge zu erzielen. Die erlernten Bewegungsschemata können dann an die jeweilige Situation und spezifische Anforderungen angepasst eingesetzt werden. Dieses Prinzip der „Repetition ohne Repetition“ (Bernstein, N., 1967 in: Mulder, 2007, 188) ermöglicht das Erlernen von Problemlösungsstrategien, die außerhalb der Therapie- oder Trainingssituation variantenreich eingesetzt werden können.

(3) Bedeutsamkeit des Inputs:

Aufgabenstellungen mit relevantem Inhalt und mit konkreter Zielvorgabe erhöhen die eigene Motivation des Patienten, aktiv zu werden. Die Vorplanung einer zu erlernenden Bewegung über Feedforward-Mechanismen (knowledge of performance) und die mentale Visualisierung des Ziels (knowledge of results) gelingen bei konkreten Aufgabenstellungen mit Bedeutung ebenso besser, wie ein therapeutenunabhängiges Feedback über den Erfolg der gewählten Strategie. Für den Patienten bedeutsame Aufgabenstellungen ermöglichen einen höheren Lernerfolg, da eine erhöhte Aufmerksamkeit, vermehrte aktive Mitarbeit und emotionale Mitbeteiligung die gewünschten neuronalen Veränderungen begünstigen (Mulder u. Hochstenbach, 2001; Gauthier et al., 2008).

(4) Äquivalenz der Situationen:

Die Übertragung und adaptierte Anwendung von erlernten motorischen Strategien auf neue Aufgabenstellungen oder andere Umweltgegebenheiten wird als Transfer bezeichnet (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 38). Dieser wichtigste Erfolg des

motorischen Lernens ist gleichzeitig ein entscheidender Faktor für den Erfolg von Rehabilitation im Allgemeinen und erfordert Berücksichtigung bei der Gestaltung der Trainingssituation.

Der Transfer von Trainingsinhalten in andere Situationen erfordert eine Äquivalenz der Situationen. Je höher die Übereinstimmung von Faktoren der Trainingssituation mit denen der Anwendungssituation ist, desto besser gelingen der Abruf und die Anwendung der erlernten motorischen Lösungsstrategie (Schmidt u. Lee, 2005 in: Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 37). Für optimalen Transfer muss also die Spezifität der Anwendungssituation die Lernsituation bestimmen. Aufgaben, die in ihrer Anwendung wenig Variation erfordern wie das Aufschrauben einer Flasche, sollten unter konstanten Bedingungen trainiert werden. Hingegen sollten Aufgaben, die in variablen Situationen und Umweltbedingungen eingesetzt werden (z. B. Gehen oder posturale Kontrolle), auch mit Variabilität trainiert werden.

#### 1.4 Motorisches Lernen im Wasser

Motorisches Lernen ist Lernen in einer spezifischen Umwelt, und die Verbesserung motorischer Fähigkeiten beinhaltet die Lösung von motorischen Problemen, die durch die Umweltbedingungen und den Kontext gestellt werden (Carr u. Shepherd, 2003, 23). Daher sollen im Folgenden die spezifischen Bedingungen im Bewegungsbad betrachtet werden und der Einfluss dieser Umweltgegebenheiten auf die motorische Erholung diskutiert werden.

##### 1.4.1. Physikalische Eigenschaften des Wassers

Die physikalischen Besonderheiten des Wassers, die Einfluss auf physiologische Vorgänge nehmen und die den Aufenthalt und die Bewegung im Wasser im Vergleich zu den Bedingungen an Land unterscheiden, sind Dichte, Auftrieb,

hydrostatischer Druck, Viskosität und Thermodynamik (Becker, 2009). Die physikalischen Einflussfaktoren wirken unterschiedlich unter statischen und dynamischen Bedingungen und zeigen gegenseitige Wechselbeziehungen.

#### (1) Dichte:

Die Dichte eines Körpers bezeichnet das Verhältnis zwischen Volumen und Masse des Körpers und wird in Kilogramm pro Liter (kg/l) angegeben (Knerr, 2000, 151). Die Dichte des menschlichen Körpers beträgt etwa 0,974 kg/l. Aufgrund der unterschiedlichen Verhältnisse des Knochen-, Muskel- und Fettanteils an der Gesamtkörpermasse wird bei Frauen durchschnittlich dieser Wert etwas überschritten und bei Männern etwas unterschritten (McMillan, 1978). Bei Menschen in gutem Trainingszustand mit hohem Muskelmasseanteil an der Gesamtkörpermasse liegt der Wert deutlich über 0,974 kg/l, während bei adipösen Menschen durch den höheren Fettanteil an der Körpermasse die Dichte unter 0,974 kg/l liegt (Becker, 2009).

Bei Schlaganfallpatienten verändert sich häufig die Dichte der betroffenen Seite durch Muskelatrophien, Tonusveränderungen oder Ödemeinlagerungen und einige Zeit nach dem Schlaganfall zum Teil durch inaktivitätsbedingte Osteoporose der hemiparetischen Extremitäten. Die seitenunterschiedliche Dichte führt zu einem veränderten Auftriebs- und Rotationsverhalten, das therapeutisch genutzt werden kann.

Die Dichte von Wasser wird mit 1,0 kg/l angegeben. Korrekt ist dieser Wert allerdings nur bei 4°C, da bei dieser Temperatur Wasser die größte Dichte aufweist (Knerr, 2000, 152). Bei Temperaturen von 32°C bis 34°C, wie sie üblicherweise in therapeutisch genutzten Bewegungsbädern vorliegen, sinkt die Dichte des Wassers und nähert sich damit der Dichte des menschlichen Körpers an, wodurch die Anforderungen an die posturale Kontrolle zunehmen (McMillan, 1978).

## (2) Auftrieb:

Der Auftrieb, den ein Körper im Wasser erfährt, „ist eine der Schwerkraft entgegengesetzt gerichtete Krafteinwirkung, die durch die unterschiedliche Dichte des eingetauchten Körpers und der verdrängten Wassermenge entsteht“ (Duden, 1999, 31-2). Nach dem Archimedischen Prinzip entspricht die Größe des Auftriebs dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit (Knerr, 2000, 65). Der menschliche Körper erfährt also im Wasser spürbaren Auftrieb, da die Dichte der verdrängten Wassermenge mit 1 kg/l größer ist als die des eingetauchten Körpers (ca. 0,974 kg/l). Beim Eintauchen eines Menschen ins Wasser nimmt mit zunehmender Eintauchtiefe durch den Auftrieb die Einwirkung der Schwerkraft ab. Bei einer Wassertiefe bis etwa zur Symphysenhöhe wirkt der Auftrieb im Sinne einer Gewichtsentlastung von 40%. Befindet man sich bis zum Nacken im Wasser beträgt die Entlastung bereits 90% (Becker, 2009).

Bei einem Wasserspiegel in Höhe des 11. Brustwirbels (Th 11) befindet sich der „kritische Punkt“ (Schick, 2003), oberhalb dessen eine Gewichtsentlastung von mehr als 50% erfolgt. Ein tieferes Eintauchen als bis zur Höhe Th 11 ist deshalb auftriebsdominant, während unterhalb dieser Eintauchtiefe die Schwerkraft dominiert.

Bei der niedrigeren schwerkraftdominanten Eintauchhöhe wird die posturale Kontrolle ähnlich organisiert wie an Land. Der Massemittelpunkt des Körpers wird über der Unterstützungsfläche stabilisiert und auch beim ruhigen Stehen wird die Position des Massemittelpunktes durch kleine Ausgleichsbewegungen (postural sway) korrigiert durch ständige Tonusanpassungen der antigravitorischen Muskulatur (Horak et al., 1997).

Unter auftriebsdominanten Bedingungen ändern sich die umweltspezifischen Anforderungen an die posturale Kontrolle. Durch die unterschiedliche Lage von Massemittelpunkt und Volumenmittelpunkt kommt es zu Rotationstendenzen des Körpers mit dem Ziel, den Volumenmittelpunkt über dem Massemittelpunkt zu positionieren. Der Volumenmittelpunkt des menschlichen Körpers liegt etwa auf der Höhe Th 11 und deutlich ventraler als der Massemittelpunkt. Dadurch erfährt der Körper im aufrechten Stand im tiefen Wasser durch den Auftrieb eine Tendenz zur Rotation um die transversale Achse nach dorsal. Um die posturale Kontrolle im

Stand beizubehalten und den Massemittelpunkt über der Unterstützungsfläche zu stabilisieren, muss die dorsale Rotationstendenz durch vermehrte Aktivität der ventralen Muskulatur ausgeglichen werden.

Die Dichte des menschlichen Körpers ändert sich durch die Atmung, da die Zu- oder Abnahme des Luftvolumens im Thorax eine wechselnde Ab- oder Zunahme der Dichte zur Folge hat. Das Auftriebsverhalten eines Menschen im Wasser variiert also auch im scheinbaren Ruhezustand und erfordert daher ständige adaptive Tonusanpassungen zur Beibehaltung der posturalen Stabilität.

Bei einer tieferen auftriebsdominanten Eintauchhöhe erfolgt der Erhalt bzw. Rückgewinn der posturalen Stabilität bei Störeinflüssen zunehmend eher durch Ausgleichsbewegungen des oberen Rumpfes und der Arme, sowie durch Stellreaktionen des Kopfes (McMillan 1978). Die unter Schwerkraftbedingungen erforderliche extensorische Aktivität zur Behauptung der aufrechten Position gegen die Schwerkraft ist unter auftriebsdominanten Bedingungen mit zunehmender Eintauchtiefe weniger erforderlich und die Aktivität der ventralen Kette überwiegt. So überwiegt unter Schwerkrafteinfluss die fallverhindernde Aktivität des M. soleus gegenüber der des M. tibialis anterior, während sich mit zunehmender Eintauchtiefe eines aufrecht stehenden Menschen im Wasser dieses Verhältnis umkehrt (Schick, 2003).

Bedingt durch den Auftrieb ist EMG-Studien zufolge im Wasser insgesamt weniger Haltetonus erforderlich zur Stabilisierung des freien Standes, und ein niedrigerer Bewegungstonus, sowie weniger Kraft zur Initiierung und Ausführung von Bewegungen sind aufzubringen (McMillan, 1978; Clarys, 1986; Schick, 2003).

Dies ändert sich jedoch sobald durch eine Veränderung der Position wechselnde Relationen zwischen Massemittelpunkt und Volumenmittelpunkt entstehen. Die entstehenden Rotationstendenzen müssen zum Rückgewinn der posturalen Kontrolle durch erhöhte Aktivität ausgeglichen werden. Insbesondere bei seitenunterschiedlichem Auftriebsverhalten, wie es bei Schlaganfallpatienten durch die veränderte Dichte der betroffenen Seite vorliegt oder beispielweise auch bei Patienten mit unilateraler Knie-Totalendoprothese, stellt die Beibehaltung und Wiederherstellung der posturalen Stabilität in Ruhe und bei Aktivität im Wasser eine ständige Herausforderung dar.

### (3) Hydrostatischer Druck:

„Hydrostatischer Druck ist der Druck, den eine Flüssigkeit auf einen eingetauchten Körper ausübt“ (Duden, 1999, 185). Dieser ist abhängig von der Dichte der Flüssigkeit und steigt proportional zur Eintauchtiefe (Becker, 2009). Im Wasser beträgt der hydrostatische Druck in einer Tiefe von einem Meter ca. 75 mm/Hg. Die dadurch entstehende plastische Deformierung des Körpers beginnt sofort mit dem Eintauchen und es sind verschiedene physiologische Effekte zu beobachten.

Beim Eintauchen des Körpers in das Wasser bis auf Nackenhöhe kommt es infolge des hydrostatischen Drucks zu einer cranialwärtigen Verschiebung von 500-700 ml Blutvolumen aus dem venösen System und in Folge davon zu einer Erhöhung des Herzschlagvolumens (Fialka-Moser, 2009, 19). Eine Erhöhung des Blutdrucks und der Herzfrequenz wird dabei aber unter physiologischen Bedingungen (Arborelius, M. et al., 1972 in: Schick, 2003) und bei Patienten mit chronischer Cardiomyopathie (Geytenbeck, 2002) nicht beobachtet. In Abhängigkeit von der Wassertemperatur wird sogar von einem Absinken des Ruhepulses um 12-15% und von einer um 20% niedrigeren systolischen Druckerhöhung bei Aktivität berichtet (Weston, 1987; Becker, 2009).

Für Patienten mit Herzinsuffizienz bis Stadium NYHA II wird der Aufenthalt und die Therapie im Wasser als sicher bezeichnet, während für Stadium NYHA III und für Patienten mit ausgeprägter Herzklappeninsuffizienz zu vorsichtigem Vorgehen geraten wird (Meyer et al., 2008). Für Patienten nach Myokardinfarkt wird eine Wartezeit von sechs Wochen empfohlen bis zum Beginn einer Therapie im Wasser (Meyer et al., 2008; Geytenbeck, 2002). Der Aufenthalt von Patienten mit Herzinsuffizienz Stadium NYHA IV im Wasser wird generell nicht empfohlen.

Einhergehend mit der Kompressionswirkung des hydrostatischen Drucks, der mit 75 mm/Hg in einer Wassertiefe von einem Meter etwa der Kompressionswirkung von Strümpfen der Kompressionsklasse II entspricht, wird die lymphatische Resorption gesteigert. Es wird daher vermutet, dass die Therapie im Bewegungsbad die durch Immobilität und rezidivierende Mikrotraumatisierungen nach Schlaganfall in der

subakuten Phase häufigen Ödeme der Hand oder des Fußes günstig beeinflusst (Schick, 2003; Becker, 2009).

Des Weiteren kommt es durch den hydrostatischen Druck auf Abdomen und Thorax zu einer Verschiebung des Zwerchfells nach cranial und einer Reduktion des Atemzugvolumens. Bei gleichzeitig erhöhtem Füllungszustand der Lungenkapillaren wird die Sauerstoffsättigung jedoch nicht negativ beeinflusst und die Gewebssteifigkeit des Lungengewebes nimmt zu. Der expiratorische Strömungswiderstand sinkt dadurch und es werden positive Effekte auf die forcierte expiratorische Vitalkapazität bei Patienten mit chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen (COPD) berichtet (Geytenbeck, 2002). Ebenso wird durch regelmäßige Therapie im Bewegungsbad die inspiratorische Vitalkapazität gesteigert (Becker, 2009).

Da beim Aussteigen aus dem Wasser der hydrostatische Druck plötzlich entfällt, kann es bei empfindlichen Personen zur orthostatischen Dysregulation kommen.

#### (4) Viskosität:

Die Viskosität einer Flüssigkeit beschreibt die dynamische Zähigkeit, die durch Kohäsionskräfte der Moleküle ausgelöst wird (Knerr, 2000, 674). Die Viskosität des Wassers führt zu einem Widerstand gegen Bewegungen, der abhängig von der Geschwindigkeit der Bewegung und von der Frontalfläche ist, die gegen den Strömungswiderstand bewegt wird. Die Viskosität des Wassers wirkt sowohl wenn sich ein Körper gegenüber dem Wasser bewegt, als auch bei Strömungen und Turbulenzen des Wassers, die sich gegen einen Körper bewegen.

Bei Turbulenzen im Wasser wird durch die Änderungen der Flussrichtung des Wassers kinetische Energie in potentielle Energie umgewandelt. Dadurch erfolgt eine Sogwirkung auf einen im Wasser eingetauchten Körper. Die Richtungsänderungen des Wassers beim Umfließen eines Körpers lösen hinter dem Körper Turbulenzen aus, die auf den Körper als Sog einwirken. Die Sogwirkung ist umso größer, je schneller die Fließgeschwindigkeit des Wassers ist (Paeth, 1984).

Während bei Patienten mit ausgeprägter Parese langsame vom Auftrieb assistierte Bewegungen mit wenig Einfluss der Viskosität möglich sind, können angepasst an

die motorischen Fähigkeiten des Patienten schnellere, dynamischere Aktivitäten gegen den dadurch höheren Reibungswiderstand des Wassers im Sinne eines Shapings eingesetzt werden.

Die Viskosität des Wassers wirkt zusammen mit dem Auftrieb fallverzögernd, sodass dem Patienten mit posturaler Instabilität mehr Zeit bleibt, eine adäquate motorische Strategie zum Rückgewinn der posturalen Kontrolle zu generieren (Grosse, 2009). Andererseits kann die Viskosität des Wassers auch destabilisierend wirken, sobald das Wasser sich nicht mehr in Ruhe befindet, sondern Strömungen und Turbulenzen einwirken. Die Strömung und die Turbulenzen wirken dann als Störfaktoren auf die posturale Kontrolle und erfordern zielgerichtete Aktivität zur Aufrechterhaltung der Stabilität.

Durch die Viskosität bedingt benötigt das Gehen im Wasser etwa den dreifachen Sauerstoffverbrauch, wie das Gehen bei gleicher Geschwindigkeit an Land (Becker, 2008), sodass auch bei Schlaganfallpatienten mit reduzierter Gehfähigkeit und sehr geringem Gangtempo ein aerobes Ausdauertraining im Wasser möglich ist.

#### (5) Thermodynamik:

Die Fähigkeit des Wassers, Wärme zu speichern und weiter zu leiten, ist im Vergleich zur Luft deutlich höher. So ist die Wärmeleitfähigkeit des Wassers etwa 25-mal größer, als die der Luft. Im Wasser wird Wärme also schnell zum Körper hingeleitet oder vom Körper abgeleitet (Becker, 2008).

Üblicherweise liegt die Wassertemperatur in therapeutischen Schwimmbädern im indifferenten Temperaturbereich von 32°C bis 34°C (Schick, 2003). In diesem als neutral empfundenen Temperaturbereich ist einerseits der Aufenthalt im Wasser auch für schwerer betroffene Patienten mit weniger Aktivität und damit verbundener geringerer eigener Wärmeproduktion über längere Zeit ohne frieren möglich. Andererseits findet in diesem Temperaturbereich auch bei höherer Aktivität ausreichende Wärmeableitung vom Körper statt (Becker, 2008).

Für intensives Schwimm- und Ausdauertraining, sowie für Patienten mit Multipler Sklerose werden niedrigere Temperaturen empfohlen (Schick, 2003).

Bei wärmeren Wassertemperaturen nimmt wie weiter oben beschrieben die Dichte des Wassers weiter ab und nähert sich der Dichte des menschlichen Körpers an, sodass die Auftriebskraft deutlich an Bedeutung verliert.

Ebenso wird die zuvor beschriebene durch eine physiologische Anpassung an den hydrostatischen Druck ausgelöste Reduktion der Herzfrequenz um 12-15% bei Wassertemperaturen über dem indifferenten Bereich nicht beobachtet, sondern es findet eine signifikante Erhöhung statt (Weston, 1987).

#### 1.4.2 Einfluss der physikalischen Eigenschaften auf die Motorische Erholung

##### (1) Bereitstellung von Input und Aktivität:

Die Trainingsumgebung im Wasser ist eine Umgebung mit reichhaltigem sensorischen Input. Durch die Einwirkung des hydrostatischen Drucks, von Strömungseffekten und Turbulenzen, sowie die thermische Einwirkung wird über die Hautrezeptoren die Oberflächensensibilität stimuliert. Die großflächige und abwechslungsreiche Stimulation der Hautrezeptoren beeinflusst die kortikale Repräsentation der betroffenen Körperhälfte, die zusätzlich zur primären Schädigung häufig durch eine Input-Armut aufgrund reduzierter Aktivität beeinträchtigt ist (Carr u. Shepherd, 2003, 227). Zusätzlich wird vermutet, dass die großflächige Stimulation der Körperoberfläche im Wasser eine Aufmerksamkeits- und Aktivitätssteigerung begründet, wie sie bei vigilanzgeminderten Patienten im Bewegungsbad beobachtet wird (Schick, 2003).

Bei einer auftriebsdominanten Eintauchtiefe in das Wasser werden die Aktivität der intrafusalen Faser der Muskelspindel und die Aktivierung des Golgi-Sehnenorgans reduziert, sodass der Haltetonus gemindert wird (Clarys, 1986). Zusammen mit einer durch die vermehrte Mobilität und die thermische Wirkung des Wassers ausgelösten Reduktion visko-elastischer Gewebswiderstände kann dadurch eine

aktive Therapie im Wasser zur günstigen Beeinflussung hypertoner Muskeln beitragen (Schick, 2003).

Mit zunehmender Wassertiefe wird die Steuerung der posturalen Stabilität vermehrt durch Nacken- und Kopfbewegungen reguliert (McMillan, 1978), sodass eine Eintauchtiefe bis auf Nackenhöhe auch bei schwerer betroffenen Patienten Möglichkeiten zum aktiven Training der Kopfkontrolle bietet.

Die vermehrte Nutzung vestibulären Inputs zur Organisation der posturalen Kontrolle, wie sie im Wasser notwendig ist, wird auch unter Landbedingungen benötigt, wenn durch Störungen der visuellen und somatosensorischen Informationsverarbeitung, wie sie bei Schlaganfallpatienten vorliegen kann, die proaktive und reaktive posturale Stabilität beeinträchtigt ist (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 225, 249).

Der für motorisches Lernen erforderliche aktive Input ist bei ausgeprägten motorischen Beeinträchtigungen nach Schlaganfall zum Teil für Patienten und Therapeuten nur sehr schwer realisierbar, sodass Patienten insbesondere in der frühen Rehabilitationsphase zur Inaktivität oder ineffektiven Kompensationen gezwungen sind. Carr und Shepherd fordern deshalb, in diesem Fall „die Aufgabenstellung und die Umweltbedingungen so zu modifizieren, dass der Patient zur Aktivität befähigt wird“ (Carr u. Shepherd, 2003, 22). Die durch den Auftrieb reduzierte Eigenschwere des im Wasser eingetauchten Körpers ermöglicht aktives Bewegen und fördert damit ein Training für paretische Muskeln, deren Einsatz unter Schwerkraftbedingungen nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich ist. Es ist sowohl ein Training von selektiven oder Teilbewegungen, als auch das Training von komplexen Bewegungen oder Funktionen möglich. Durch den Auftrieb ist weniger therapeutische Assistenz erforderlich, sodass dem Patient zunehmend ein therapeutenunabhängiges Feedback über die ausgeführte Bewegung zur Verfügung steht.

Durch die aktivitäts- und mobilitätsfördernden Bedingungen im Bewegungsbad ist eine Reduktion der sekundären adaptiven Vorgänge in immobilisierten Weichteilen, die nach Läsionen des ersten motorischen Neurons den visko-elastischen Gewebswiderstand erhöhen, eine vermehrte Steifigkeit der Muskulatur (stiffness)

verursachen und das passive Bewegungsausmaß reduzieren, zu vermuten (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 121-2; Carr u. Sheperd, 2010, 205-6).

Betrachtet man die Rehabilitation der Armfunktionen, so ist es wahrscheinlich, dass der Auftrieb im Bewegungsbad die Reduktion einer nach Schlaganfall häufig bestehenden gleno-humeralen Subluxation begünstigt (Carr u. Shepherd, 2003, 194-5). Gemeinsam mit der weiter oben beschriebenen Ödem reduzierenden Wirkung durch den hydrostatischen Druck wird dadurch eine positive Beeinflussung des schmerzhaften Schulter-Hand-Syndroms bei hemiplegischen Patienten erwartet (Schick, 2003).

## (2) Repetition und Variabilität:

Die Therapiesituation im Bewegungsbad ermöglicht sowohl viele Repetitionen, als auch eine Variabilität der Anforderungen und des Inputs. Durch die fazilitierende Wirkung des Auftriebs sind mehr Wiederholungen einer Aufgabe als unter Schwerkraftbedingungen möglich. Beispielsweise kann für an Land nicht selbständig gehfähige Patienten die Bewältigung einer längeren Gehstrecke im Wasser möglich sein.

Die besonderen Umweltbedingungen im Wasser bieten eine große Variabilität für die Gestaltung der Anforderungen in der Therapiesituation. Eine Anpassung an geringes motorisches Potential ist möglich, aber durch Veränderungen der Strömungsverhältnisse, der Bewegungsgeschwindigkeit oder der Wassertiefe ist eine Steigerung möglich und die Anforderungen können schnell gewechselt werden.

Eine Trainingseinheit, in der die Übungszeit im Vergleich zur Pausenzeit überwiegt, wird als „massed practice“ bezeichnet und bietet einen größeren Lerneffekt und einen besseren Transfer des Trainingsinhaltes in andere Situationen (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 37). Die Anforderungen an die posturale Kontrolle während einer Therapie im Bewegungsbad können in diesem Sinne als massed practice bezeichnet werden, da durch Viskositäts- und Auftriebseffekte eine ständige und variable destabilisierende Einwirkung besteht, die durch proaktive und reaktive Anpassungen ausgeglichen werden muss. Dieses Training der posturalen

Kontrolle unter einwirkenden Störfaktoren kann an Land unter Betrachtungen der Sicherheit zum Teil nur hands-on umgesetzt werden, während die fallverzögernde Wirkung des Auftriebs und der Viskosität im Wasser bereits eher die Möglichkeit zum hands-off-Arbeiten gibt.

### (3) Bedeutsamkeit des Inputs und Motivation:

Das Bewegungsbad bietet eine Umgebung, die auf viele Patienten motivierend wirkt und zu viel Eigenaktivität einlädt. Bewegungsideen und -ziele entstehen häufig eigenmotiviert, und die Therapiesituation im Wasser löst bei vielen Patienten positive Assoziationen aus, sodass eine positive emotionale Relevanz ein erfolgreiches Lernmilieu begünstigt.

Allerdings kann der Aufenthalt im Bewegungsbad auch Angst auslösen, insbesondere bei Patienten ohne Schwimmbaderfahrung. Aber auch Patienten mit Schwimmbaderfahrung können bei Einschränkungen der posturalen Kontrolle mit Angst reagieren (McMillan, 1978), sodass ein vorsichtiger Therapieeinstieg erforderlich ist.

### (4) Transfer:

Die zuvor betrachteten Aspekte zeigen das Bewegungsbad als therapeutisches Setting, in dem Schlaganfallpatienten auch mit deutlichen motorischen Beeinträchtigungen aktiv, repetitiv und variantenreich ihre motorischen Fähigkeiten in den Bereichen posturale Kontrolle, Mobilität und grobe Arm- und Beinfunktionen sinnvoll trainieren können.

Schwieriger ist die Betrachtung der Frage, ob ein Transfer des Therapieinhaltes in andere Situationen möglich ist, ob es also gelingen kann, eine im Wasser erlernte motorische Strategie in einer anderen Situation mit angepassten Modifikationen anzuwenden.

Die Übereinstimmung der Umweltgegebenheiten und der Anforderungen im Schwimmbad mit denen in einer Anwendungssituation scheint zunächst in vielen Elementen nicht gegeben zu sein. Betrachtet man beispielsweise das Gehen im Wasser, so unterscheidet es sich in vielen Elementen vom Gehen an Land.

Da jedoch Aktivitäten, die im Alltag variationsreich eingesetzt werden, auch in variablen Situationen geübt werden sollten (Mulder, 2007, 189), ist der Transfer von motorischen Fähigkeiten dennoch wahrscheinlich, aber nicht sicher vorhersehbar. So wird die posturale Kontrolle im Bewegungsbad sehr variantenreich und mit ständig wechselnden Anforderungen trainiert und auch die Anwendung findet in sehr unterschiedlichen Situationen mit einer Vielzahl von Störfaktoren statt.

Desweiteren erfordert eine Therapieeinheit im Bewegungsbad Vor- und Nachbereitungen, bei denen ein sofortiger Transfer der im Wasser trainierten Funktionen und motorischen Strategien möglich ist. So ist beim Aussteigen aus dem Wasser über die Treppe oder beim Transfer vom Lifter in den Rollstuhl posturale Stabilität auf eventuell nassem Boden erforderlich. Beim Duschen, Abtrocknen und Anziehen sind eine Vielzahl von Bewegungsübergängen und Transfers mit einer hohen Anforderung an die posturale Kontrolle erforderlich. Die im Schwimmbad trainierten Fähigkeiten und Funktionen können also sofort in alltagsrelevante Aktivitäten umgesetzt werden.

## 1.5 Halliwick-Konzept und Halliwick-Therapie

### 1.5.1 Geschichte und Entwicklung

Das Halliwick-Konzept ist eine Vorgehensweise, die im Schwimmunterricht insbesondere für Menschen mit körperlichen oder Lernbehinderungen und im Rahmen der Rehabilitation in der wasserspezifischen Therapie eingesetzt wird (Gresswell u. Maes, 2000; Stanat u. Lambeck, 2001b). Synonym mit dem Begriff „Halliwick-Konzept“ wurde besonders in älteren Veröffentlichungen auch der Begriff

„Halliwick-Methode“ verwendet (McMillan, 1978; Martin, 1981; Paeth, 1984; Gamper, 1995; Lambeck, 2001).

Als Ziele werden die Partizipation an Wasseraktivitäten, unabhängige Fortbewegung im Wasser und Schwimmen genannt und durch die Anwendung werden Verbesserungen im Bezug auf physische, persönliche, soziale und therapeutische Gesichtspunkte erwartet (International Halliwick Association IHA in: Gresswell u. Maes, 2000; Hastings, 2010).

Die Entwicklung des Halliwick-Konzeptes erfolgte durch den Ingenieur James McMillan (1913-1994), der gemeinsam mit seiner Ehefrau Phil McMillan (1915-2003) und einer Gruppe weiterer Helfer im Jahr 1949 begann, Schwimmunterricht für eine Gruppe von Schülerinnen der Londoner „Halliwick School for Crippled Girls“ durchzuführen, um deren „Integration und Normalität zu fördern“ (McMillan, P., unbek. Dat.).

Entgegen der damaligen Meinung, mit „Spastikern“ dürfe man nicht ins Wasser gehen (McMillan, 1978) und trotz zahlreicher Probleme, mit behinderten Kindern ein normales Schwimmbad zu besuchen, konnten die Lehrer der Kinder bald Verbesserungen in verschiedenen Bereichen wie Mund- und Kopfkontrolle, Beweglichkeit, Haltung und Verhalten feststellen (Stanat u. Lambeck, 2001a).

Durch Beobachtung des Verhaltens der Kinder im Wasser, die aufgrund ihrer ausgeprägten Körperasymmetrien Probleme der Rotationskontrolle und der Stabilität im Wasser zeigten (McMillan, P., unbek. Dat.; Lambeck, 2001) und durch die hydromechanischen Kenntnisse beeinflusst, entwickelte McMillan in der Folge ein zehn Punkte umfassendes Programm, um den Schwimmunterricht mit dem Ziel zu strukturieren, die Sicherheit und Freude der Schüler zu gewährleisten. Der Lernansatz integrierte sowohl Erkenntnisse aus den Bereichen Pathologie, Kinesiologie, Didaktik und Psychologie, als auch die der Hydromechanik. Mit dem Programm sollte Unabhängigkeit im Wasser durch vorausgehenden Erwerb einer stabilen posturalen Kontrolle erzielt werden (Lambeck u. Gamper, 2008).

Das Programm ist logisch aufgebaut vom initialen Kontakt mit der Umgebung Wasser bis zur Ausführung von basalen Schwimmbewegungen und wurde bis heute nur wenig modifiziert (Gresswell und Maes, 2000).

Das entstandene Halliwick-Konzept verbreitete sich in der Folgezeit, und überall in England entstanden Schwimmclubs für Behinderte, die nach dem 10-Punkte-Programm ausgerichtet waren.

Nachdem die Nutzbarkeit des Halliwick-Konzeptes für motorisches Lernen und Wiedererlernen erkannt worden war, entwickelte sich parallel zur Nutzung des Halliwick-Konzeptes im Behindertensport die therapeutische Nutzung der Vorgehensweise ab 1964, nachdem McMillan in Bad Ragaz in der Schweiz auf eine Einladung von Physiotherapeuten hin begann, dort Kurse abzuhalten (McMillan, P., unbek. Dat.). Ab 1974 entwickelte McMillan hier auch die Wasserspezifische Therapie („Water Specific Therapy“) als Ergänzung und Erweiterung des 10-Punkte-Programms (Lambeck u. Gamper, 2008), auch als „Water Specific Exercise System“ und „Logical Approach to Exercise in Water“ bezeichnet (McMillan, 1978; Stanat u. Lambeck, 2001b). Ziel der therapeutischen Nutzung ist primär nicht, selbständiges Schwimmen zu erreichen, sondern die Selbständigkeit im Wasser und außerhalb des Wassers durch einen problemorientierten Ansatz mit logischem Aufbau zu fördern (Stanat u. Lambeck, 2001b; Schick, 2003).

Die therapeutische Anwendung des 10-Punkte-Programms und des „Logical Approach to Exercise in Water“ ist 1978 von James McMillan im Artikel „The Role of Water in Rehabilitation“ erstmals publiziert worden (McMillan, 1978), und eine konkretisierte Beschreibung der Anwendung der „Halliwick-Methode“ bei erwachsenen Patienten mit neurologischen Erkrankungen“ wurde von Bettina Paeth im Jahr 1984 veröffentlicht (Paeth, 1984). 1995 folgte von Urs N. Gamper die erste Buchveröffentlichung zur Halliwick-Therapie (Gamper, 1995).

Nach McMillans Tod 1994 wurde unter Mitwirkung von Phil McMillan die Halliwick-Foundation gegründet, die geschützte Rechte an der Bezeichnung „Halliwick“ besitzt. Mit der Halliwick Foundation verbunden sind die International Halliwick Association (IHA), die sich mit dem Halliwick-Konzept im Bezug auf Schwimmen und der Einrichtung von Schwimm-Clubs befasst, und das International Halliwick Therapy Network (IHTN), das sich mit der Halliwick-Therapie als therapeutischer Anwendung des 10-Punkte-Programms und der Wasserspezifischen Therapie befasst (Lambeck u. Gamper, 2008).

### 1.5.2 Halliwick-Therapie

Die Halliwick-Therapie kombiniert das 10-Punkte-Programm und die Wasserspezifische Therapie „zu einer kohärenten Herangehensweise an Gesundheitsprobleme auf allen ICF-Ebenen“ (Lambeck u. Gamper, 2008), und wird vorwiegend in der Pädiatrie und der neurologischen Rehabilitation, aber auch bei orthopädischen und rheumatologischen Erkrankungen eingesetzt.

Im Folgenden sollen das 10-Punkte-Programm und die Elemente der Wasserspezifischen Therapie genauer betrachtet werden.

#### 1.5.2.1 Das 10-Punkte-Programm

Das motorische Lernen im Wasser wurde in Entwicklungsschritte unterteilt, die logisch aufgebaut sind und mentale Vorbereitung, Mobilität, Stabilität, kontrollierte Mobilität auf stabiler Grundlage und Geschicklichkeit schrittweise erarbeiten. Die Einteilung der Phasen und die Benennung der Punkte erfolgt in der neueren Literatur (Gresswell u. Maes, 2000; Lambeck, 2001; Schick, 2003; Lambeck u. Gamper, 2008) leicht abgewandelt im Vergleich zu früheren Veröffentlichungen (McMillan, 1978; Martin, 1981; Paeth, 1984; Gamper, 1995). Das 10-Punkte Programm wird aktuell in 3 Lernphasen unterteilt (siehe *Tabelle 1*). Diese sind Geistige Anpassung (Punkt 1), Gleichgewichtskontrolle (Punkt 2-8) und Fortbewegung (Punkt 9-10).

Geistige Anpassung wird definiert als „die Fähigkeit zur Anpassung an eine neue Umgebung, Situation oder Aufgabe“ (Lambeck u. Gamper, 2008). Im Rahmen dieser Phase soll eine Gewöhnung an das Wasser zur Vorbereitung und sicheren, angstfreien Durchführung der weiteren Punkte und Lernphasen erfolgen. Patient und Therapeut haben Augenkontakt und eine vertikale Position ermöglicht intensive visuelle Kontrolle.

<b>Lernphase (klassisch) nach McMillan, 1978 und Paeth, 1984</b>	<b>Nr.</b>	<b>10-Punkte- Programm (klassisch)</b>	<b>10-Punkte- Programm (aktuell)</b>	<b>Lernphase (aktuell) nach Schick, 2003 und Lambeck u. Gamper, 2008</b>
Geistige Anpassung	1	Geistige Anpassung	Geistige Anpassung	Geistige Anpassung und Loslösung
	2	Loslösung	Sagittale Rotationskontr.	
Gleichgewichts- kontrolle	3	Vertikale Rotationskontr.	Transversale Rotationskontr.	Gleichgewichts- kontrolle und Loslösung
	4	Laterale Rotationskontr.	Longitudinale Rotationskontr.	
	5	Kombinierte Rotationskontr.	Kombinierte Rotationskontr.	
	6	Auftrieb	Auftrieb	
Inhibition	7	Gleichgewicht ist Ruhe	Gleichgewicht in Ruhe	
	8	Gleiten mit Turbulenzen	Gleiten mit Turbulenzen	
Fazilitation	9	Einfache Fortbewegung	Einfache Fortbewegung	Fortbewegung und Loslösung
	10	Elementare Schwimmbewe- gung	Elementare Schwimmbewe- gung	

*Tabelle 1: Das 10-Punkte-Programm nach McMillan, 1978; Paeth, 1984; Schick, 2003; Lambeck u. Gamper, 2008*

Der Patient kann in der Phase der geistigen Anpassung mit individuell adaptierter Unterstützung des Therapeuten die verschiedenen hydromechanischen Effekte wie Auftrieb, Strömung und Wellen erfahren (McMillan, 1978; Lambeck, 2001), und es erfolgen die physiologischen Anpassungen an den hydrostatischen Druck. Ein weiterer wesentlicher Bestandteil dieser Phase ist das Erlernen der Kopf- und Atemkontrolle im Wasser (Gresswell u. Maes, 2000). Insbesondere ist das Ausatmen durch den Mund und die Nase, sobald sich der Mund unterhalb des Wasserspiegels befindet, sicherheitsrelevant für die weitere der Durchführung der Therapie im Wasser. Zur Phase der geistigen Anpassung zählt in der aktuellen Systematik des 10-Punkte-Programms auch die Loslösung, die im ursprünglichen Programm ein eigenständiger Punkt war (Siehe *Tabelle 1*). Loslösung wird von McMillan als „Ermutigung zum Einsatz einer neu entwickelten Fähigkeit ohne geistige oder physische Unterstützung“ bezeichnet (McMillan, 1978). Die Loslösung wird durch den allmählichen Abbau der taktilen, visuellen und auditiven Unterstützung erreicht (Lambeck, 2000) und ist ein fortlaufendes Grundprinzip in allen Lernphasen.

Nach der erfolgten geistigen Anpassung wird in der nächsten Lernphase die Gleichgewichtskontrolle erarbeitet (Punkte 2-8). Gleichgewichtskontrolle wird definiert als „Fähigkeit, eine Position beizubehalten oder eine Position im Wasser kontrolliert zu verändern“ (Lambeck u. Gamper, 2008).

Als sagittale, transversale und longitudinale Rotationskontrolle (Punkte 2-4) wird die dynamische Kontrolle von Bewegungen des Körpers um eine sagittale, transversale und longitudinale Achse bezeichnet.

Übungen zur sagittalen Rotationskontrolle (Punkt 2) erfolgen zunächst in einer vertikalen Position des Rumpfes mit in Hüft- und Kniegelenken flektierten Beinen ohne Bodenkontakt. Stabilisiert der Therapeut den Patienten am oberen Rumpf oder am Schultergürtel, so erfolgt die rotationskontrollierende Aktivität des Patienten im unteren Rumpf und den Beinen. Erfolgt die therapeutische Stabilisation am Becken, so wird die Aktivität des Patienten auf den oberen Rumpf, Kopf und Arme verlagert.

Bei der transversalen Rotationskontrolle (Punkt 3) wird der kontrollierte Positionswechsel vom Stehen in eine sitzende Position und zurück beziehungsweise aus der sitzenden Position in eine liegende Position erarbeitet (Paeth, 1984). Bei der liegenden Position wird zunächst eher die Rückenlage als die Bauchlage gewählt aufgrund der leichteren Atemkontrolle. Zum Einstieg in die transversale Rotationskontrolle können zunächst auch kleinere Bewegungen von Rumpf und Kopf in Kombination mit Übungen der Atemkontrolle eingesetzt werden (Lambeck u. Gamper, 2008).

Wenn ausreichende transversale Rotationskontrolle besteht, wird in der liegenden Position die kontrollierte Rotation um die longitudinale Achse erarbeitet (Punkt 4), beginnend mit kleinen Rotationsbewegungen des Kopfes bis zur Rotation um 360°. Die liegende Position bietet weniger visuelle Orientierung und die Kommunikation mit dem Therapeut wird schwieriger, da die Ohren im Wasser sind. Die longitudinale Rotation wird als „Anbahnung von selektiven Rotationen zwischen Kopf, Schulter- und Beckengürtel“ (Lambeck, 2001) bezeichnet, deren Kontrolle „funktionell sowohl beim Schwimmen, als auch beim Laufen im Wasser und an Land erforderlich sind“ (Lambeck, 2001).

Als Punkt 5 folgt die kombinierte Rotationskontrolle, bei der transversale und longitudinale oder sagittale und longitudinale Rotationen in Bewegungsübergängen kombiniert erarbeitet werden.

Die Kontrolle der Rotationen um die verschiedenen Achsen wird erschwert durch erkrankungsbedingte asymmetrische Körperhaltungen, Tonusverhältnisse und Dichteverhältnisse (Siehe Kapitel 1.4.1). McMillan bezeichnet dies als „individuelle Basic Imbalance“ (McMillan, 1978) und sieht das Erlernen von Strategien zur Kontrolle der Basic Imbalance als Voraussetzung für kontrollierte Fortbewegung und Geschicklichkeit an. Der motorische Lerneffekt in der Kontrolle der Basic Imbalance zeigt sich durch eine feinere und ökonomischer organisierte posturale Kontrolle und geringer werdende periphere Ausgleichsbewegungen.

Der Lernschritt, der mit der Erfahrung des Auftriebs unter Punkt 6 verbunden ist, soll verdeutlichen, dass die Unterstützung durch den Auftrieb ein Untergehen im Wasser bei sicherer Kontrolle der Atmung und der Rotationstendenzen verhindert. Der Patient kann dann als „wasserfest“ (Lambeck, 2001) betrachtet werden.

Der Punkt 7 „Gleichgewicht in Ruhe“ wird statisch geübt, während die vorausgegangenen Punkte primär Dynamik und Mobilität beinhalten. In verschiedenen Positionen wird die Balance und Stabilität ohne das Auftreten von peripheren Ausgleichsbewegungen unter Einwirkung der verschiedenen destabilisierenden Effekte des Wassers geübt (Schick, 2003).

Gleiten mit Turbulenzen (Punkt 8) stellt eine Steigerung zu Punkt 7 dar, denn zunehmende destabilisierende Strömungen und Turbulenzen müssen ausgeglichen werden, während der Therapeut rückwärtsgehend den Patienten hinter sich herzieht (Schick, 2003).

In der letzten Lernphase der Fortbewegung wird unter Punkt 9 zunächst die Mithilfe des Patienten beim Gleiten im Wasser durch symmetrische Handaktivität gefordert. Wenn die Kontrolle des Gleichgewichts erhalten bleibt, also eine kontrollierte Mobilität auf stabiler Grundlage möglich ist, dann können elementare Schwimmbewegungen zunächst in Rückenlage, bei zunehmender Geschicklichkeit auch in Bauchlage erarbeitet werden.

Das 10-Punkte-Programm ist kein starres System, sondern die einzelnen Punkte gehen allmählich ineinander über und individuelle Abweichungen in Anpassung an die Fähigkeiten und Einschränkungen des Patienten sind möglich (Lambeck, 2001). Der Therapeut befindet sich immer mit im Wasser und unterstützt den Patienten nach dem Prinzip „soviel wie notwendig, aber so wenig wie möglich“ (Gamper, 1995, 50). Die therapeutische Unterstützung erfolgt mit dem Ziel, das Erhalten der Gleichgewichtslage zu ermöglichen. Als häufigste Hilfestellung ist daher die Unterstützung des Körperschwerpunktes auf der Höhe des zweiten Sakralwirbels (S2) beschrieben (Gamper, 1995, 50). Angepasst an den individuellen Patienten und die bestehende Basic Imbalance sowie an die Aufgabenstellung, sind aber verschiedene Unterstützungsmöglichkeiten vorhanden. Mehrere Unterstützungspunkte bieten größere externe Hilfe als nur einer und bei weiter caudalwärts angebotenen Unterstützungen fällt die posturale Stabilisation schwerer als bei weiter cranialwärts liegender Hilfe (Lambeck, 2001). Bei bestehender Kopfkontrolle soll nicht am Kopf unterstützt werden, damit die Bewegungsmöglichkeiten des Kopfes zum Erhalt oder der Wiederherstellung der

posturalen Stabilität im Wasser nicht eingeschränkt werden. Insbesondere bei hemiplegischen Patienten kann es aber erforderlich sein, bei allen Aufgaben, die mit Bodenkontakt der Füße ausgeführt werden, den betroffenen Fuß zu stabilisieren, um die Ausführung der Aufgabe überhaupt zu ermöglichen (Gamper, 1995, 49).

Im Gegensatz zur Unterstützung durch den Therapeuten ist die Verwendung von Auftriebskörpern im Halliwick-Konzept im Allgemeinen nicht vorgesehen, da diese das Erlernen und Verbessern der selbständigen posturalen Kontrolle im Wasser beeinträchtigen (Gresswell u. Maes, 2000). Als weiterer Grund werden Sicherheitsaspekte genannt, da die Verwendung von Auftriebskörpern das Erlernen der Atemkontrolle erschwert und daher der Schutz der Atemwege beim Abgleiten der Auftriebshilfe oder wenn das Gesicht unter Wasser gerät, gefährdet ist (Stanat u. Lambeck, 2001a).

#### 1.5.2.2 Die Elemente der Wasserspezifischen Therapie

Die Wasserspezifische Therapie wurde definiert als „eine therapeutisch funktionelle, der Biomechanik des menschlichen Körpers angepaßte Behandlung, welche auf der Ausnützung der spezifischen Eigenschaften des Wassers beruht. Somit sind Landübungen nicht einfach übertragbar, und umgekehrt können die wasserspezifischen Behandlungen an Land nicht, oder nur unter erschwerten Bedingungen durchgeführt werden“ (Gamper, 1995, 49).

Bei der therapeutischen Anwendung des Halliwick-Konzeptes ist das primäre Ziel nicht das selbständige Schwimmen, sondern die Verbesserung von motorischen Einschränkungen durch die gezielte Anwendung und Kombination von Elementen der Wasserspezifischen Therapie. Die von McMillan erarbeitete logische Herangehensweise an das Üben im Wasser („logical approach to exercise in water“, McMillan, 1978) liefert keine fest definierten Übungen, sondern durch die gezielte Auswahl einer Kombination aus den einwirkenden hydromechanischen Effekten, der Ausgangsstellung und der Aufgabenstellung entstehen individuelle Übungen, die jederzeit adaptiert und gesteigert werden können (siehe *Tabelle 2*).

<b>Behandlungsart</b>	<b>Rotationsachsen</b>	<b>Übungsmuster</b>	<b>Ausgangsstellung</b>	<b>Eintauchtiefe</b>	<b>Behandlungstechnik</b>
Pretraining	sagittal	Symmetrisch	Stand	Höher Th 11	Auftriebs/ Schwerkraftdominant
Inhibition	transversal	Asymmetrisch	Sitzende Position	Th11	Meta- zentrische Effekte
Fazilitation	longitudinal		Kniestand	Niedriger Th11	Turbulenz- en wider- stehend
Dynamik	kombiniert		Sitz auf dem Boden /einer Stufe		Turbulenz- en unter- stützend
			Rückenlage		Wellen
			RL mit Bodenkontakt d. Fersen		
			Bauchlage		

*Tabelle 2: Die Elemente der Wasserspezifischen Therapie nach Lambeck, 2001*

a) Die Behandlungsarten:

i) Pretraining:

Die Vorbereitung auf das weitere Training wird als „Pretraining“ bezeichnet und besteht aus den Punkten 1-6 des 10-Punkte-Programms (Lambeck, 2001). Durch das Pretraining wird der Patient eingestellt auf die hydromechanischen Faktoren der Trainingsumgebung, beherrscht die erforderliche Atemkontrolle, gewöhnt sich an Wasser im Gesicht und in den Ohren und fühlt sich in der Therapiesituation sicher (Stanat u. Lambeck, 2001b).

ii) Inhibition:

Der Begriff „Inhibition“ wird in der Halliwick-Therapie anders verwendet als in anderen Behandlungskonzepten, in denen mit „Inhibition“ häufig die Hemmung von pathologischer Reflexaktivität bezeichnet wird. In der Halliwick-Therapie wird unter diesem Begriff das Training der posturalen Kontrolle in Ruhe bezeichnet wie unter Punkt 7 im 10-Punkte-Programm beschrieben (Stanat u. Lambeck, 2001b). Je nach Wahl der Ausgangsstellung und der Wassertiefe sind hierbei unterschiedliche Rotationstendenzen zu stabilisieren.

iii) Fazilitation:

Auch dieser Begriff wird in der Halliwick-Therapie anders definiert als in anderen Konzepten üblich. Fazilitation bezeichnet hier das Training von kontrollierter Mobilität, also die Beibehaltung der posturalen Kontrolle bei Bewegungen und Veränderungen der Unterstützungsfläche (Lambeck, 2001).

iv) Dynamik:

In der dynamischen Phase werden die Anforderungen an die Haltungs- und Bewegungskontrolle erhöht durch Änderungen der Körperhaltung, der Unterstützungsfläche, der Wasserhöhe und durch einwirkende Turbulenzen und Wellen (Stanat u. Lambeck, 2001b).

b) Die Rotationsachsen:

Die verwendeten Rotationsachsen entsprechen den im 10-Punkte-Programm aufgeführten Achsen. Die Wahl der Rotationsachsen ist ein weiteres wichtiges Element in der Übungsauswahl und richtet sich nach der individuellen „Basic Imbalance“ (McMillan, 1978), die sich bereits während des Pretrainings zeigt.

c) Die Übungsmuster:

Die gewählten Kombinationen aus Behandlungstechniken, Aufgaben und Ausgangsstellungen können symmetrische oder asymmetrische Übungsmuster auslösen, indem beispielweise symmetrisch oder asymmetrisch destabilisierende Turbulenzen auszugleichen sind (Lambeck, 2001).

d) Die Ausgangsstellung:

Es werden insgesamt 7 Ausgangsstellungen beschrieben (Stanat u. Lambeck, 2001b, Lambeck, 2001), in denen Aktivitäten geübt werden oder Bewegungen und Fortbewegung gestartet werden. Diese sind Stand, sitzende Position, Kniestand, Sitz auf einer Stufe oder dem Boden, Rückenlage, Rückenlage mit Bodenkontakt der Fersen und Bauchlage.

e) Die Wasserhöhe:

Die unterschiedlichen Effekte von verschiedenen Eintauchtiefen ins Wasser wurden in den vorangehenden Abschnitten bereits ausführlich beschrieben. Unterhalb einer Eintauchtiefe von Th11 besteht Schwerkraftdominanz mit eher extensorischer, antigravitorischer Aktivität, während oberhalb die Auftriebskraft dominiert und vermehrte Aktivität der ventralen Muskelkette erforderlich ist (Schick, 2003). Der Wechsel zwischen unterschiedlichen Eintauchtiefen erfordert daher eine sofortige

Änderung der posturalen Kontrolle. Liegt die Wassertiefe etwa auf Höhe von Th11, so sind die Effekte ausgeglichen.

f) Die Behandlungstechnik:

i) Auftriebsdominant / Schwerkraftdominant:

Die Effekte der beiden Möglichkeiten und aus dem Wechsel zwischen beiden ergeben sich wie zuvor beschrieben aus der Eintauchtiefe ins Wasser.

ii) Metazentrische Effekte:

Ein metazentrischer Effekt entsteht, wenn Teile des Körpers aus dem Wasser herausgenommen werden. Wird zum Beispiel ein Arm aus dem Wasser genommen, so entsteht durch den Verlust an untergetauchtem Volumen und dem resultierenden einseitigen Auftriebsverlust eine Rotationstendenz zur gleichen Seite. Diese muss zur Beibehaltung der posturalen Stabilität aktiv ausgeglichen werden (McMillan, 1986 in: Stanat u. Lambeck, 2001b).

iii) Turbulenzen unterstützend / widerstehend:

Bei dieser Behandlungstechnik werden Turbulenzen vom Therapeut ausgelöst, die eine Position des Patienten destabilisieren und deshalb Gegenaktivität auslösen, oder die eine Position oder die Initiierung einer Bewegung durch die Sogwirkung unterstützen (Lambeck, 2001).

iv) Wellen:

Bei dieser Behandlungstechnik werden Wellen, die während der Fortbewegung im Wasser entstehen, destabilisierend eingesetzt. Eine Übung kann beispielweise sein, während des Gehens intermittierend in Schrittstellung stehen zu bleiben, und die posturale Stabilität gegen die störende Einwirkung der Wellen beizubehalten (McMillan, 1978; Lambeck, 2001).

Durch eine zielorientierte Auswahl und Kombination der Behandlungselemente und unter Einbeziehung der Aktivitäten zur Vor- und Nachbereitung der Therapie im Schwimmbad wird mit der Halliwick-Therapie die Beeinflussung von Einschränkungen auf verschiedenen von der Welt-Gesundheitsorganisation (WHO) in der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) (DIMDI, 2005) definierten Ebenen möglich (Lambeck u. Gamper, 2008). Die von Lambeck und Gamper beschriebenen Items der ICF, die durch die Halliwick-Therapie beeinflussbar sind, werden in *Tabelle 3* dargestellt.

<b><u>ICF-</u>      <i>Klassifikation der</i></b>		<b><u>ICF-</u>      <i>Klassifikation der</i></b>	
<b><u>Ebene:</u>    <i>Körperfunktionen</i></b>		<b><u>Ebene:</u>    <i>Aktivitäten u. der</i></b>	
		<b><i>Partizipation</i></b>	
<b>Item-Nr.</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Item-Nr.</b>	<b>Bezeichnung</b>
b440	Atmungsfunktion	d410	Eine elementare Körperposition wechseln
b710	Funktionen der Gelenkbeweglichkeit	d415	In einer Körperposition verbleiben
b715	Funktionen der Gelenkstabilität	d420	Sich verlagern
b730	Funktionen der Muskelkraft	d430	Gegenstände tragen, bewegen und handhaben

b735	Funktionen des Muskeltonus	d435	Gegenstände mit den unteren Extremitäten bewegen
b740	Funktionen der Muskelausdauer	d445	Hand- und Armgebrauch
b755	Funktionen der unwillkürlichen Bewegungsreaktionen	d450	Gehen
b760	Funktionen der Kontrolle von Willkürbewegungen	d455	Sich auf andere Weise fortbewegen
b770	Funktionen der Bewegungsmuster beim Gehen	d460	Sich in verschiedenen Umgebungen fortbewegen
		d465	Sich unter Verwendung von Geräten / Ausrüstung fortbewegen
		d510	Sich waschen
		d540	Sich kleiden
		d920	Erholung und Freizeit

*Tabelle 3: Durch die Halliwick-Therapie beeinflussbare ICF-Items nach Lambeck u. Gamper, 2008; DIMDI, 2005*

## 1.6 Bisherige Evidenz

Zur Beurteilung der aktuellen Evidenzlage wurde eine Literatursuche in elektronischen Datenbanken durchgeführt. Gesucht wurde nach Arbeiten, die die Anwendung der Wassertherapie bei Schlaganfallpatienten im Allgemeinen und die Verwendung der Halliwick-Therapie im Besonderen betreffen.

Die Suche wurde in PubMed zuletzt am 03.11.2010 durchgeführt mit den Suchbegriffen „stroke AND aquatic therapy“ und „stroke AND halliwick“. In der Datenbank PEDro wurde zuletzt am 03.11.2010 gesucht mit den Suchbegriffen „aquatic therapy OR halliwick“ und „hydrotherapy AND neurology“. Zusätzlich wurde auf den Homepages der Halliwick-Organisationen (<http://www.halliwick.net>; <http://www.halliwick.de>; <http://www.halliwicktherapy.org>; <http://www.halliwick.org.uk>) nach Literatur gesucht und es wurden zwei Halliwick-Experten befragt.

In *Tabelle 4* werden in einer Übersicht der Suchergebnisse kontrollierte, randomisierte Studien, Vergleichsstudien und Einzelfallstudien dargestellt, die sich mit Schlaganfallpatienten und Wassertherapie befassen.

Schick (2003) fand in einer Einzelfallstudie mit einem Patienten nach Kleinhirnininfarkt bei einem Pre/Post-Test-Vergleich eine Verbesserung der funktionellen Reichweite um 25%, eine um ein Drittel höhere Geschwindigkeit beim Timed up-and-go-Test, sowie eine Reduktion der benötigten Zeit beim 10-m-Gehtest um ein Viertel durch eine Halliwick-Therapie-Behandlung.

Chu et al. (2004) verglichen in einer kontrollierten, randomisierten Studie ein achtwöchiges Gruppentrainingsprogramm im Wasser mit drei Interventionen pro Woche mit einem Zirkeltrainingsprogramm, in dem Funktionen der oberen Extremitäten geübt wurden. Teilnehmer waren chronische Schlaganfallpatienten (n=12). In den Ergebnissen werden signifikant größere Verbesserungen der kardiovaskulären Fitness, der Ganggeschwindigkeit und der Kraft der Knie- und Hüftflexoren und –extensoren des betroffenen Beines im Vergleich zur Kontrollgruppe berichtet.

Marklund und Klässbo (2005) untersuchten die Auswirkungen eines Constraint Induced Movement Therapie-Ansatzes bei fünf chronischen Schlaganfallpatienten.

Während eines Zeitraums von zwei Wochen erhielten die Patienten täglich sechs Stunden Therapie, unter anderem auch eine Stunde Therapie im Schwimmbad. Der Trainingsinhalt der Wassertherapie wurde nicht genauer beschrieben. Bei 52% der gemessenen Variablen werden signifikante Verbesserungen der Funktionen der unteren Extremität und der Gehfähigkeit berichtet, die auch in einer Follow-up-Untersuchung stabil blieben. Eine allgemeine Anwendung der Ergebnisse auf therapeutische Maßnahmen im Wasser ist nicht möglich, da die Ergebnisse aus der gemeinsamen Anwendung von verschiedenen Maßnahmen resultieren.

Chon et al. (2008) berichteten über die Veränderung von Spastizität und Gehfähigkeit bei drei chronischen Schlaganfallpatienten, die unabhängig gehfähig waren. Die Patienten erhielten über acht Wochen verteilt 40 Therapieeinheiten nach dem Watsu-Konzept, einem Entspannungsverfahren im Wasser. Bei allen drei Patienten wird über eine signifikante Reduktion der Spastizität und eine Verbesserung der Gehfähigkeit berichtet.

Noh et al. (2008) führten eine kontrollierte, randomisierte Studie mit insgesamt 25 gehfähigen chronischen Schlaganfallpatienten durch. Die Patienten der Interventionsgruppe wurden über einen Zeitraum von acht Wochen dreimal wöchentlich im Schwimmbad mit einem Therapieprogramm behandelt, das aus Elementen der Halliwick-Therapie und der Ai-Chi-Methode bestand. Zwei Teilnehmer wurden gleichzeitig durch einen Therapeuten behandelt. In der Kontrollgruppe führten die Teilnehmer in der gleichen Anzahl an Therapieeinheiten ein Ausdauertraining, Krafttraining für die untere Extremität und Gehtraining durch. In den Ergebnissen wird im Vergleich zur Kontrollgruppe eine signifikante Verbesserung der Berg Balance Scale, der Gewichtsübernahme auf das betroffene Bein, sowie der Kraft der Knieflexoren des betroffenen Beines in der Interventionsgruppe berichtet.

Jung et al. (2010) untersuchten die Auswirkungen von zusätzlichen Gewichten am hemiparetischen Bein auf das Gangmuster beim Unterwasser-Laufbandtraining bei 22 gehfähigen chronischen Schlaganfallpatienten. Die Ergebnisse zeigen beim Gebrauch eines zusätzlichen Gewichtes am Fuß eine signifikante Verlängerung der Standbeinphase und eine Abnahme der maximalen Hüftflexion. Alle anderen untersuchten Parameter wie Schrittlänge und Schrittfrequenz blieben unverändert.

<b>Autoren und Veröffentlichungsjahr</b>	<b>Studientyp/Patientenzahl</b>	<b>Outcomevariablen</b>
Schick, 2003	Einzelfallstudie; n=1	Functional Reach; Timed Up-and-Go-Test; 10-m-Gehtest
Chu et al., 2004	randomisierte, kontrollierte Studie; n= 12	VO2-max; Ganggeschwindigkeit; Berg Balance Scale; Muskelkraft
Marklund u. Klässbo, 2005	single-subject experimental design; n=5	Fugl-Meyer-Assessment: Subskala für Motorik der unteren Extremitäten; Timed up-and-Go-Test; Gewichtsverteilung; 10-m-Gehtest; 6-min-Gehtest; Nine-Hole-Peg-Test
Chon et al., 2008	Vergleichsstudie; n=3	Rivermead Visual Gait Assessment; Tone Assessment Scale
Noh et al., 2008	randomisierte, kontrollierte Studie; n= 25	Berg Balance Scale; Gewichtsübernahmefähigkeit; Modified Motor Assessment: Gait Score; Muskelkraft der Knieflexoren und –extensoren
Jung et al., 2010	Vergleichsstudie; n=22	Dauer d. Standbeinphase; Schrittlänge; Schrittfrequenz; max. Hüftflexionswinkel

*Tabelle 4: Studienübersicht zur Schlaganfallrehabilitation im Wasser*

Zusammenfassend fällt auf, dass in fünf der sechs vorliegenden Studien über chronische Patienten in einem ambulanten Therapiesetting berichtet wird; bei einer Arbeit (Schick, 2003) wurde nicht über den Zeitraum zwischen Schlaganfall und der durchgeführten Intervention berichtet. Es liegen also keine Daten über die Wirksamkeit der Wassertherapie in der subakuten Rehabilitationsphase unter stationären Bedingungen vor.

Über die Anwendung der Halliwick-Therapie bei Schlaganfallpatienten wird nur in zwei Studien berichtet (Schick, 2003; Noh et al., 2008), wobei Verbesserungen im Bereich der posturalen Kontrolle und der Gehfähigkeit berichtet werden.

Die Ergebnisse der anderen vorliegenden Arbeiten sind nicht oder nur eingeschränkt zu verallgemeinern im Bezug auf wassertherapeutische Interventionen. So lässt die Untersuchung von Chu et al. (2004) vermuten, dass regelmäßige Therapie im Bewegungsbad die kardio-vaskuläre Fitness bei Schlaganfallpatienten verbessert. Die Studie von Chon et al. (2008) zeigt, dass die therapeutische Umgebung im Wasser grundsätzlich zur Verminderung von Spastizität bei Schlaganfallpatienten geeignet ist. Es ist jedoch nicht klar, inwieweit dieser Effekt abhängig von der durchgeführten Therapiemethode ist.

## 1.7 Hypothesen

Die vorliegenden Erkenntnisse über die motorische Erholung nach Schlaganfällen und über die Voraussetzungen, die therapeutische Interventionen für eine erfolgreiche motorische Rehabilitation realisieren sollten, sprechen für Maßnahmen, die frühzeitig die aktive und wiederholte Nutzung des vorhandenen Potentials in einem sinnvollen und motivierenden Kontext ermöglichen. Die zuvor betrachteten Einflussfaktoren der Umgebung im Bewegungsbad und die Möglichkeiten der Halliwick-Therapie, aktives Üben individuell angepasst an motorische Beeinträchtigungen zu fördern, unterstützen den Einsatz in der subakuten Rehabilitationsphase.

Bisher ist die physiotherapeutische Behandlung Bewegungsbad allerdings nicht in Leitlinien oder Empfehlungen zur Schlaganfallrehabilitation vertreten (Innenmoser, 2001, 256), und es gibt bisher keine Evidenzbasierung für die Anwendung im stationären Kontext, sodass ein begründeter Forschungsbedarf besteht.

Es werden daher die folgenden Hypothesen gebildet:

Das therapeutische Setting im Bewegungsbad bietet gute Voraussetzungen für motorisches Lernen, Reorganisation der posturalen Kontrolle sowie zielorientierter Willkürmotorik.

Die Halliwick-Therapie als physiotherapeutische Behandlung im Bewegungsbad wirkt sich positiv auf die funktionelle Mobilität aus.

In der subakuten Phase nach Schlaganfall ermöglicht die Halliwick-Therapie in der Kombination mit Standardtherapien ein besseres Outcome als die Standardtherapie alleine.

## *Kapitel 2*

### METHODIK

#### 2.1 Studiendesign

Zur Überprüfung der Hypothesen wurde eine kontrollierte, randomisierte Studie geplant und durchgeführt, deren Aufbau und Vorgehensweise im Folgenden näher beschrieben wird.

##### (1) Ort:

Die Durchführung erfolgte mit dem Einverständnis der Klinikleitung in der Asklepios Neurologische Klinik Falkenstein (ANKF) in Königstein im Taunus (Deutschland). Die ANKF ist eine stationäre Einrichtung zur neurologischen Rehabilitation in den Rehabilitationsphasen B, C und D (Frührehabilitation, weiterführende Rehabilitation und Anschlussheilbehandlung) nach der Phaseneinteilung der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR, 1995) mit 160 Betten.

Das Therapie-Schwimmbad in der ANKF hat eine Fläche von 7 x 10 Metern und die Wassertiefe nimmt von 60 cm an der flachsten Stelle kontinuierlich zu bis auf 155 cm an der tiefsten Stelle. Neben einem Einstieg über die Treppe mit der beidseitigen Möglichkeit, ein Geländer zu benutzen, gibt es einen Personenlift für den Zugang zum Wasser in sitzender oder liegender Position. Die Wassertemperatur liegt mit 33°C im indifferenten Temperaturbereich und die Lufttemperatur liegt bei etwa 26°C.

##### (2) Einschluss- und Ausschlusskriterien:

Eingeschlossen in die Studie wurden erwachsene Patienten nach einem erstmalig aufgetretenen Schlaganfall, die sich in der postakuten stationären Rehabilitationsphase mindestens zwei Wochen nach Eintritt des Schlaganfalls befanden. Eine obligate Wartezeit nach dem Schlaganfall bis zum Beginn einer

Therapie im Bewegungsbad wird in der Literatur nicht beschrieben. Da jedoch wie zuvor beschrieben nur wenig Literatur zur Therapie im Bewegungsbad nach Schlaganfällen vorliegt, konnte hier auf keinen gesicherten Standard und keine Leitlinien zurückgegriffen werden. Insbesondere zur Sicherstellung stabiler Blutdruckverhältnisse wurde daher die Wartezeit von zwei Wochen zur Gewährleistung der Patientensicherheit eingerichtet.

Als motorische Mindestanforderung für den Einschluss in die Studie wurde festgelegt, dass der Transfer von einem Stuhl auf einen anderen selbständig oder mit Assistenz einer Hilfsperson möglich sein musste. Dieses Kriterium orientierte sich zum einen an der praktischen Durchführbarkeit, da für die Studie die Behandlung durch einen Therapeuten festgelegt war und daher das Erreichen des Lifters bei Patienten, die nicht die Treppe zum Einstieg in das Schwimmbecken benutzen konnten, mit der Assistenz nur einer Hilfsperson möglich sein musste. Zum anderen wurden durch dieses Kriterium Patienten, die auf die Assistenz von zwei Hilfspersonen angewiesen sind ausgeschlossen, um die Homogenität der untersuchten Patientengruppe zu gewährleisten.

Ausgeschlossen wurden Patienten, die bereits vor Beginn der Intervention zumindest im Innenbereich selbständig gehfähig waren. Dieses Ausschlusskriterium orientierte sich am klinischen Alltag, da solche Patienten auch außerhalb von Studienbedingungen im Schwimmbad nicht einzeltherapeutisch, sondern in einem gruppentherapeutischen Setting behandelt werden.

Als weitere Ausschlusskriterien wurden ein instabiler Allgemeinzustand, Infektionskrankheiten, schwere Herzinsuffizienz, Tracheostoma, Wunden, Inkontinenz, fehlende Kooperationsfähigkeit, Ablehnen einer Wassertherapie, Trommelfellperforationen und das Vorliegen zusätzlicher neurologischer Erkrankungen festgelegt.

Eine Urininkontinenz wird nach Schlaganfällen initial bei 47% der Patienten und sechs Monate nach dem Schlaganfall noch bei 19% der Patienten beschrieben, während das Vorliegen einer Stuhlinkontinenz von initial 40% auf 9% innerhalb eines halben Jahres sinkt (Nakayama et al., 1997). Patienten mit Inkontinenz können im klinischen Alltag mit geeigneten Maßnahmen wie Inkontinenzbadebekleidung an Therapien im Bewegungsbad teilnehmen, wurden

jedoch zur Wahrung der Homogenität der Gruppe von der Studienteilnahme ebenso ausgeschlossen, wie Patienten mit zusätzlichen weiteren neurologischen Erkrankungen.

### (3) Behandlungsgruppen:

Für die Halliwick-Therapiegruppe wurde für die physiotherapeutische Einzelbehandlung eine Kombination aus drei Halliwick-Therapieeinheiten im Bewegungsbad und zwei Standard-Physiotherapieeinheiten pro Woche über einen Zeitraum von zwei Wochen festgelegt, wobei alle Therapieeinheiten einen zeitlichen Umfang von 45 Minuten hatten. Die Halliwick-Therapieeinheiten wurden von Physiotherapeuten durchgeführt, die an einem zertifizierten Halliwick-Therapiekurs teilgenommen hatten.

In den Therapieeinheiten enthalten war die Zeit zum Ein- und Aussteigen ins Wasser, sowie für kurze Vor- und Nachbereitungen wie Aus- bzw. Anziehen des Bademantels und Abtrocknen. Die reine Therapiezeit im Wasser belief sich auf etwa 35 Minuten. Davon wurden individuell angepasst etwa fünf Minuten Übungen zur Wassergewöhnung und geistigen Anpassung (Lernphase 1 des Halliwick-Konzepts) und etwa 15 Minuten Übungen zur Rotationskontrolle (Lernphase 2 des Halliwick-Konzeptes; Punkte 2-6) durchgeführt. In den weiteren etwa 15 Minuten wurden die Elemente der Wasserspezifischen Therapie zu individuellen Übungen kombiniert und insbesondere viel in der Fortbewegung unter verschiedenen Störeinflüssen und in wechselnden Wassertiefen geübt.

Für die Kontrollgruppe wurden fünf Standard-Physiotherapieeinheiten pro Woche über einen Zeitraum von zwei Wochen festgelegt. Der zeitliche Umfang der Therapieeinheiten war hier wie in der Halliwick-Therapiegruppe auf 45 Minuten festgelegt. Die Inhalte der Standardphysiotherapie waren nicht definiert, sodass diese Behandlung ein vom individuellen Patient und Therapeuten abhängiges Mischkonzept aus verschiedenen neurophysiologischen Behandlungskonzepten, aufgabenspezifischem Üben von verschiedenen Anforderungen aus dem Bereich der Mobilität und zum Teil den Einsatz von Laufbandtraining beinhaltete.

Alle Studienteilnehmer erhielten darüber hinaus alle weiteren Therapiemaßnahmen der Ergotherapie, Physikalischen Therapie, Sporttherapie, Neuropsychologie und Sprachtherapie, die sie auch ohne eine Teilnahme an der Studie erhalten hätten.

(4) Aufklärung und Einverständniserklärung:

Die Patienten, die nach einem Screening zu Einschluss- und Ausschlusskriterien als geeignet eingestuft wurden, erhielten eine ausführliche mündliche und schriftliche Aufklärung zum Aufbau und Inhalt der Studie. Die Einverständniserklärung zur Studienteilnahme erfolgte schriftlich durch den Patienten bzw. durch dessen gesetzlichen Betreuer.

(5) Ethikprüfung:

Alle Studienteilnehmer erhielten im Rahmen der Studie garantierte Therapieeinheiten im gleichen zeitlichen Umfang. Zusätzlich war gewährleistet, dass alle Studienteilnehmer alle weiteren individuell erforderlichen Therapien unbeeinträchtigt von der Studienteilnahme erhielten. Für alle Patienten der Kontrollgruppe war es möglich, nach Beendigung des Studienzeitraums von zwei Wochen an der Therapie im Bewegungsbad teilzunehmen. In Absprache mit der Klinikleitung der ANKF war die Prüfung der Studie durch eine Ethikkommission nicht erforderlich.

(6) Randomisierung:

Die Zuordnung der Teilnehmer zu einer der beiden Studiengruppen erfolgte randomisiert. Dazu wurden von einer an Behandlung, Testverfahren und Auswertung nicht beteiligten Person verschlossene Umschläge, die in gleicher Anzahl Lose für die Halliwick-Therapiegruppe und die Kontrollgruppe enthielten, gezogen. Unmittelbar nach dem Ziehen eines Umschlags wurde dieser geöffnet und die fortlaufende Fallnummer eingetragen. Zu Beginn der Studie war damit für jeden Studienteilnehmer die gleiche Wahrscheinlichkeit der Zuordnung zu einer der beiden Gruppen gewährleistet. Da die Anzahl der Studienteilnehmer im zur

Verfügung stehenden Zeitraum vor Beginn der Studie nicht genau vorhersehbar war, wurde mit dem Ziel des Erreichens einer ähnlichen Teilnehmerzahl in beiden Studiengruppen eine geblockte Randomisierung (Schultz et al., 2010) gewählt. Es wurden zunächst 20 Lose randomisiert und zu einem späteren Zeitpunkt weitere 14.

#### (7) Verblindung:

Eine Verblindung der Patienten und der behandelnden Therapeuten war aufgrund der sich offensichtlich unterscheidenden Therapieinhalte der beiden Studiengruppen nicht möglich.

Die randomisierte Zuordnung zu einer der beiden Studiengruppen war bis zum Abschluss des Studienzeitraums nur der Therapieplanung bekannt, welche nach erfolgter Aufklärung und Einverständniserklärung die Termine zur Testung bei zwei festgelegten Therapeuten, sowie die vorgesehenen täglichen Behandlungstermine plante und die Einhaltung der vorgesehenen Therapiefrequenz überwachte.

Den beiden Therapeuten, welche die Testverfahren durchführten, waren die jeweiligen Patienten vorher nicht bekannt und beide waren an den Interventionen nicht beteiligt. Die Zuordnung der Studienteilnehmer zur Halliwick-Therapiegruppe bzw. zur Kontrollgruppe wurde der auswertenden Person erst nach Abschluss des Studienzeitraums zugänglich gemacht.

## 2.2 Outcomeparameter

### 2.2.1 Primäre Outcomevariable

Als primäre Outcomevariable wurde die Messung der posturalen Stabilität durch die Berg Balance Scale festgelegt. Als posturale Stabilität wird „die Fähigkeit der Kontrolle des Massemittelpunktes im Verhältnis zur Unterstützungsfläche“ (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 158) definiert. Die Ausführung von allen

motorischen Aufgaben erfordert posturale Stabilität, aber die Anforderungen an die posturale Stabilität variieren je nach Aufgabe und Umgebung. Unterscheiden lassen sich die statische und dynamische Stabilität (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 161), die antizipatorische und reaktive Stabilität (Horak et al., 1997), sowie die anteroposteriore, mediolaterale und multidirektionale Kontrolle der Stabilität (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 167-9).

Beeinträchtigungen der posturalen Stabilität treten bei Schlaganfallpatienten sehr häufig auf und führen zu Einschränkungen im Bereich der funktionellen Mobilität, sowie zu einem erhöhten Sturzrisiko. Innerhalb des ersten Jahres nach einem Schlaganfall werden Stürze bei 40% der Patienten berichtet und Schlaganfallpatienten bilden einen Anteil von bis zu 39% aller Patienten mit Schenkelhalsfraktur (Lamb et al., 2003).

Die Verbesserung der posturalen Stabilität wird bei Schlaganfallpatienten als wichtigster prognostischer Faktor für das Erreichen selbständiger Gehfähigkeit beschrieben, während die Verbesserung der Kraft des hemiparetischen Beines weniger mit der Verbesserung der Gehfähigkeit assoziiert ist (Kollen et al., 2005).

Die Berg Balance Scale wird als Goldstandard zur Messung der posturalen Stabilität bezeichnet (Schädler, 2007; Schädler et al., 2009, 226) und ist das am meisten verwendete Messinstrument in der Schlaganfallrehabilitation (Blum u. Korner-Bitensky, 2008). Bei 14 verschiedenen Items aus dem Bereich der Mobilität wird die Sicherheit bei der Durchführung und die Abhängigkeit von Assistenz mit 0-4 Punkten bewertet, sodass insgesamt maximal 56 Punkte auf einer Intervallskala erreichbar sind. Die Aufgaben testen die posturale Stabilität sowohl unter statischen, als auch unter dynamischen Bedingungen und stellen Anforderungen an die Kontrolle von Bewegungen in der Sagittal-, der Transversal- und der Frontalebene (Schädler, 2007).

Die Validität sowie die Interrater- und Test-Retest-Reliabilität bei der Anwendung der Berg Balance Scale bei Schlaganfallpatienten wird als exzellent beschrieben (Blum u. Korner-Bitensky, 2008; Schädler et al., 2009, 227-9). Die Responsivität wird bei Schlaganfallpatienten als moderat bis exzellent bezeichnet bei geringen Boden- und Deckeneffekten (Blum u. Korner-Bitensky, 2008), und eine

Veränderung von mindestens 6 Punkten gilt als signifikante Veränderung der posturalen Stabilität (Stevenson, 2001).

### 2.2.2 Sekundäre Outcomevariablen

Zur sekundären Outcomemessung wurden die Messungen der funktionellen Reichweite, der funktionellen Gehfähigkeit und der basalen funktionellen Mobilität festgelegt.

Die funktionelle Reichweite (Functional reach) wird bereits bei der Berg Balance Scale als Item Nr. 8 gemessen. Der Functional reach wurde von Duncan et al. 1990 zuerst beschrieben (Shumway-Cook u. Woolacott, 2007, 261) und ist definiert als „maximale Distanz, die jemand bei nach vorne ausgetrecktem Arm und sicherem Stand nach vorne reichen kann“ (Schädler et al., 2009, 207). Gemessen wird an der Spitze des Mittelfingers die maximale Distanz in cm vom Ausgangs- bis zum Endpunkt, sodass die Ergebnisse intervallskaliert sind.

Bei diesem Test wird mit der kontrollierten Verlagerung des Massemittelpunkts nach ventral nur ein Teilaspekt der posturalen Stabilität beurteilt. Da diese Anforderung jedoch Bestandteil vieler Alltagsaktivitäten ist, wurde der Functional reach isoliert ausgewertet, obwohl er in der Berg Balance Scale bereits enthalten ist.

Es wird eine hohe Interrater-Reliabilität und eine gute Validität zur Messung der kontrollierten Verlagerung des Massemittelpunktes nach vorne berichtet (Schädler et al., 2009, 208-9). Die prädiktive Validität zur Vorhersage von Stürzen gilt als gut bei älteren Menschen (Schädler et al., 2009, 209), wurde jedoch bei Schlaganfallpatienten nicht getestet. Die Ergebnisse des Functional reaches korrelieren bei Schlaganfallpatienten sehr stark mit den Ergebnissen der Berg Balance Scale (Smith et al., 2004) und der Functional reach zeigt eine hohe Sensitivität für die Messung von Verbesserungen bei Patienten in der stationären Rehabilitation (Weiner et al., 1993).

Die funktionelle Gehfähigkeit wurde durch die Functional Ambulation Categories (FAC) (Holden et al., 1984) gemessen. Auf einer Skala von 0-5 Punkten wird durch Beobachtung das Ausmaß der Abhängigkeit von Assistenz bzw. das erreichte Level an Unabhängigkeit im Bezug auf die Gehfähigkeit beurteilt und für den Alltag des Patienten relevante Meilensteine der Mobilität festgestellt (Schädler et al., 2009, 152).

Die Reliabilität der FAC-Skala wird als exzellent beschrieben und der Test zeigt eine hohe Korrelation mit der Gehgeschwindigkeit und der Schrittlänge bei Schlaganfallpatienten (Mehrholz et al., 2007). Die Sensitivität zur Feststellung von Veränderungen wird in den ersten sechs Monaten nach einem Schlaganfall als gut bezeichnet und eine minimale Veränderung von einem Punkt gilt als signifikant (Mehrholz et al., 2007).

Die basale funktionelle Mobilität wurde durch den Rivermead Mobility Index (Collen et al., 1991) gemessen. Bei diesem intervallskalierten Messinstrument werden 15 verschiedene Items aus dem Bereich der Mobilität bewertet nach Befragung des Patienten bzw. Beobachtung der Ausführung. Die Reihenfolge der Items beginnt mit der einfachsten Aktivität (Drehen im Bett) und wird hierarchisch gesteigert bis zur schwierigsten überprüften Aktivität (10 m Rennen, ohne zu hinken). Jedes Item wird mit null oder einem Punkt bewertet.

Die Interrater-Reliabilität des Rivermead Mobility Index wird als gut bezeichnet (Schädler et al., 2009, 123) und es wird eine hohe Validität berichtet (Hsueh et al., 2003). Der Test zeigt eine starke Korrelation mit dem Barthel Index und der Berg Balance Scale (Hsieh et al., 2000 in: Schädler et al., 2009, 124). Die Responsivität zur Messung von Veränderungen wird bei Schlaganfallpatienten innerhalb der ersten sechs Monate nach Erkrankungsbeginn als gut bezeichnet (Hsueh et al., 2003) und Veränderungen von mehr als zwei Punkten können als wirkliche Veränderungen interpretiert werden (Collen et al., 1991).

### 2.2.3 Messzeitpunkte

Die Eingangsmessungen wurden jeweils am Freitag vor Interventionsbeginn geplant und die Follow-up-Messungen am Montag nach Abschluss der zweiwöchigen Interventionsphase. Für jeden Studienteilnehmer wurde ein Fallberichtformular angelegt mit fortlaufender Fallnummer, Einschlussdiagnose, deskriptiven Daten, Ergebnissen der primären und sekundären Outcomemessungen und gegebenenfalls mit Begründung bei Drop-out.

### 2.3 Deskriptive Datenerhebung

Zur Beschreibung der Studiengruppen wurden zusätzlich zu den Ergebnissen der Outcomemessungen deskriptive Daten erhoben. Diese waren Alter, Geschlecht, Datum des Schlaganfalls, geschädigte Hemisphäre und Art des Schlaganfalls (ischämisch oder hämorrhagisch). Um den funktionellen Status der Patienten bei Interventionsbeginn zu ermitteln und zu vergleichen, wurde zusätzlich zu den erhobenen Outcomeparametern der Barthel-Index (Schädler et al., 2009, 76-8) erhoben.

### 2.4 Datenanalyse

Die Analyse der erhobenen Daten wurde mit „PASW Statistics 18.0 Student version for Windows“ von IBM (Brosius, 2002), mit „Microsoft Office Excel 2007“ und mit „G\*Power 3“ (Faul et al., 2007) durchgeführt.

Geplant war die deskriptive Analyse der Baseline-Daten, sowie eine Testung der nominalskalierten Daten auf unterschiedliche Verteilungen zwischen den Studiengruppen mit dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson. Des Weiteren war die

Testung der Mittelwerte der quantitativen Baseline-Daten auf Unterschiede vorgesehen.

Für die induktive Datenanalyse waren gruppeninterne Vergleiche der Mittelwerte der Messungen vor Interventionsbeginn mit denen nach Abschluss der Intervention und eine Testung der Mittelwerte bei verbundenen Stichproben auf Unterschiede bei allen gemessenen Outcomeparametern vorgesehen.

Beim Vergleich der Mittelwerte der Veränderungen zwischen der Halliwick-Therapiegruppe und der Kontrollgruppe war eine Testung der Mittelwerte bei nicht verbundenen Stichproben auf Unterschiede geplant.

Des Weiteren sollte für die Messergebnisse der Berg Balance Scale, der Functional Ambulation Categories und des Rivermead Mobility Index eine Responderanalyse durchgeführt werden. Als Responder wurden Patienten definiert, die während des Studienzeitraums eine Verbesserung von mindestens 6 Punkten in der Berg Balance Scale (Stevenson, 2001), von mindestens 1 Punkt in den Functional Ambulation Categories (Mehrholz et al., 2007) oder von mehr als 2 Punkten im Rivermead Mobility Index (Collen et al., 1991) erreichten. Zusätzlich zum Vergleich der absoluten und prozentualen Werte der Responderanalyse war eine Testung der Verteilungen auf Unterschiede mit dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson geplant.

## *Kapitel 3*

### ERGEBNISSE

#### 3.1 Deskriptive Datenanalyse

##### 3.1.1 Teilnehmer und Drop-outs

Im Zeitraum von 01.02.2010 bis zum 30.09.2010 wurden von 670 aufgenommenen Schlaganfallpatienten 30 in die Studie eingeschlossen und randomisiert einer der beiden Studiengruppen zugeordnet. 14 Patienten wurden der Halliwick-Therapiegruppe zugeordnet und 16 Patienten der Kontrollgruppe. Die Eingangsmessungen wurden bei 30 Patienten durchgeführt.

Ein Teilnehmer der Halliwick-Therapiegruppe schied vor Beginn der ersten Intervention aus wegen Inkontinenz.

Ein weiterer Teilnehmer der Halliwick-Therapiegruppe schied im Verlauf der Studienphase aus wegen Diarrhö und dem Nachweis von Clostridium difficile Toxin im Stuhl. Aus der Kontrollgruppe schied im Verlauf der Studienphase ein Teilnehmer aufgrund der wegen eines Sturzes mit zeitweiliger Verlegung in ein anderes Krankenhaus nicht eingehaltenen vorgesehenen Therapiefrequenz aus.

Neben diesen von der Intervention unabhängigen Drop-out-Faktoren sind keine Komplikationen oder negativen Auswirkungen der Halliwick-Therapie aufgetreten.

Die Follow-up-Untersuchung nach der zweiwöchigen Studienphase konnte bei 27 Patienten durchgeführt werden, sodass für 12 Patienten der Halliwick-Therapiegruppe und für 15 Patienten der Kontrollgruppe vollständige Daten ausgewertet werden konnten. In die deskriptive und vergleichende Statistik der Teilnehmercharakteristika zum Zeitpunkt des Interventionsbeginns wurden die Drop-outs mitverarbeitet.

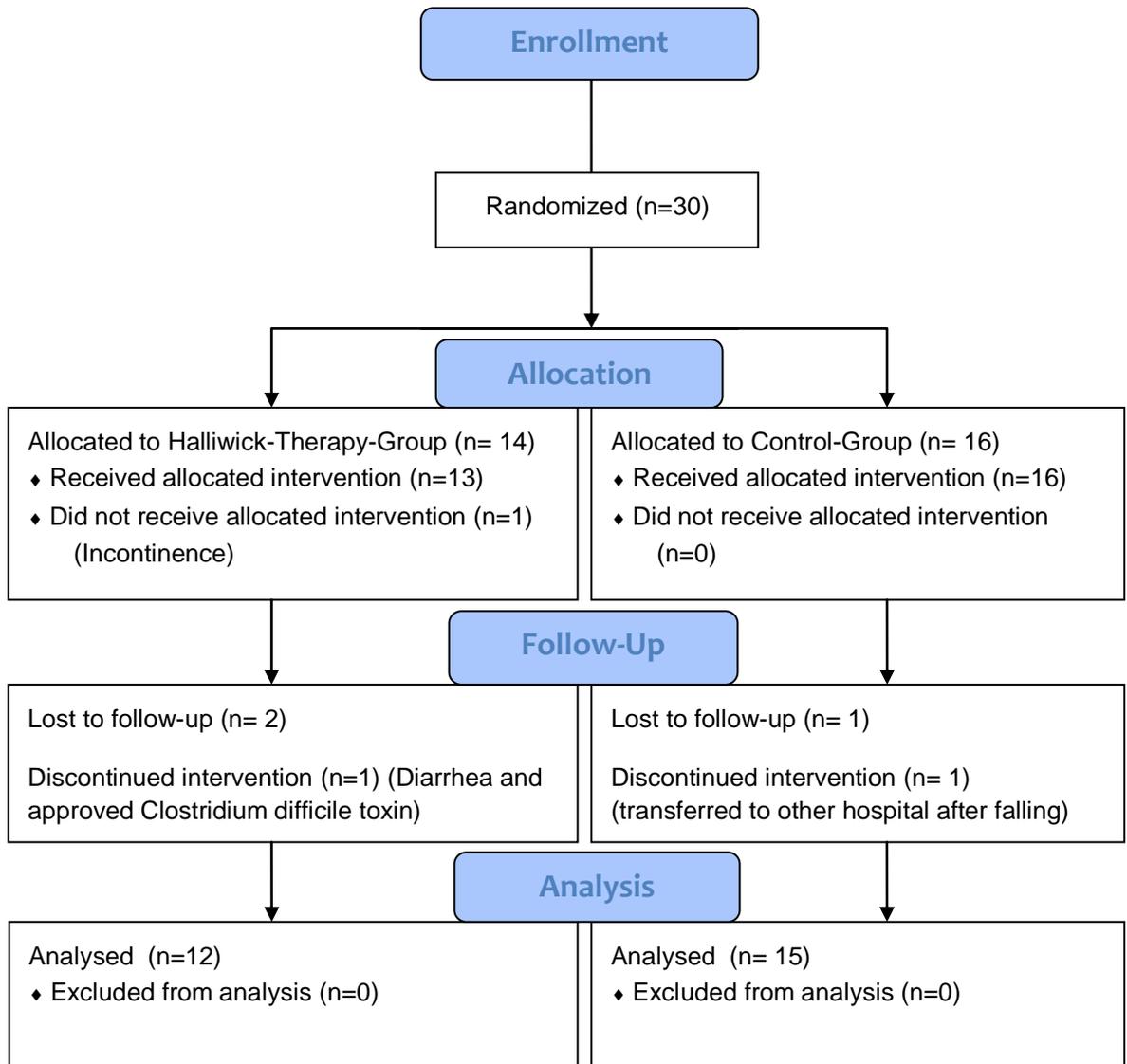


Abbildung 1: Übersicht der Studienteilnehmer nach CONSORT 2010 Flow-Diagramm (Download von [http://www.consort-statement.org/resources/downloads/\(19-10-2010\)\)](http://www.consort-statement.org/resources/downloads/(19-10-2010))))

### 3.1.2 Charakteristika der Studienteilnehmer

Die Studienteilnehmer waren durchschnittlich 64,9 Jahre alt (Minimum: 29,7 Jahre; Maximum: 89,9 Jahre). Der Mittelwert des Alters lag in der Halliwick-Therapiegruppe bei 64,8 Jahren (Minimum: 29,7 Jahre; Maximum: 82,4 Jahre) und in der Kontrollgruppe bei 65,0 Jahren (Minimum: 34,7 Jahre; Maximum: 89,9 Jahre).

In der Halliwick-Therapiegruppe lag die Geschlechterverteilung (männlich zu weiblich) bei 64,3% zu 35,7% und in der Kontrollgruppe bei 62,5% zu 37,5%.

Von den eingeschlossenen 30 Patienten hatten insgesamt 3 Teilnehmer (10%) einen hämorrhagischen und 27 Teilnehmer (90%) einen ischämischen Schlaganfall erlitten. In der Halliwick-Therapiegruppe lag die Verteilung bei 6,3% zu 93,8% und in der Kontrollgruppe bei 14,3% zu 85,7%.

Bei 33,3% der eingeschlossenen Patienten war der Schlaganfall in der linken Hemisphäre und bei 66,7% in der rechten Hemisphäre aufgetreten. In der Halliwick-Therapiegruppe lag die Verteilung bei 28,6% zu 71,4% und in der Kontrollgruppe bei 37,5% zu 62,5%.

Die mittlere Zeit zwischen Erkrankungsbeginn und Studieneintritt lag in der Halliwick-Therapiegruppe bei  $51,93 \pm 37,79$  Tagen (Minimum: 15 Tage; Maximum: 107 Tage) und in der Kontrollgruppe bei  $39 \pm 27,97$  Tagen (Minimum: 15 Tage, Maximum: 117 Tage).

Bei Beginn der Intervention lag der Mittelwert des Barthel-Index in der Halliwick-Therapiegruppe bei  $48,57 \pm 15,74$  und in der Kontrollgruppe bei  $54,38 \pm 17,21$ .

**Alter**

Gruppe	Mittelwert <sup>a</sup>	N	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Kontrollgruppe	65,003	16	15,100	34,786	89,947
Halliwick-Therapiegruppe	64,815	14	15,024	29,715	82,410
Insgesamt	64,915	30	14,803	29,715	89,947

**Zeit zw. Erkrankungsbeginn und Studieneintritt**

Gruppe	Mittelwert <sup>a</sup>	N	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Kontrollgruppe	39,00	16	27,976	15	107
Halliwick-Therapiegruppe	51,93	14	37,798	15	117
Insgesamt	45,03	30	32,990	15	117

**Barthel t0**

Gruppe	Mittelwert <sup>a</sup>	N	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Kontrollgruppe	54,38	16	17,212	10	80
Halliwick-Therapiegruppe	48,57	14	15,742	30	85
Insgesamt	51,67	30	16,522	10	85

a. Unterschiede zwischen den Gruppen nicht signifikant

**Tabelle 5: Übersicht der quantitativen Teilnehmercharakteristika**

Um die Mittelwerte der quantitativen Daten (Alter, Zeit zwischen Erkrankungsbeginn und Studieneintritt, Barthel-Index bei Studienbeginn) auf Unterschiede zu testen, wurde zur Auswahl des geeigneten Testverfahrens zunächst auf Normalverteilung getestet. Im Shapiro-Wilks-Test auf Normalverteilung bei Stichproben mit weniger als 50 Teilnehmern (Brosius, 2002, 380) war die Ablehnung der Normalverteilungshypothese nicht signifikant ( $p > 0,05$ ) für die Verteilung der Daten des Alters und des Barthel-Index in beiden Gruppen. Für die Verteilung der Daten der Dauer zwischen Erkrankungsbeginn und Studieneintritt lehnte der Shapiro-Wilks-Test die Hypothese einer idealen Normalverteilung mit  $p < 0,05$  ab. Da die grafische Darstellung der Daten jedoch nur geringe Abweichungen vom Normalverteilungsdiagramm zeigte, wurde die Normalverteilung trotzdem angenommen (Brosius, 2002, 378).

Unter Annahme der Normalverteilung (Brosius, 2002, 456) wurden die quantitativen Teilnehmercharakteristika mit dem t-Test für unabhängige Stichproben auf Unterschiede zwischen den Gruppen untersucht, wobei der Test keinen Hinweis zur Ablehnung der Nullhypothese gab ( $p > 0,05$ ).

Die nominalen Daten (Geschlecht, Läsionsseite, Art des Schlaganfalls) zeigten in einer Kreuztabelle beim Chi-Quadrat-Test nach Pearson auf dem 5%-Signifikanzniveau keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

			Gruppe		Gesamt
			Kontrollgruppe	Halliwick-Therapiegruppe	
Geschlecht <sup>a</sup>	Männlich	Anzahl	10	9	19
		% innerhalb von Gruppe	62,5%	64,3%	63,3%
	Weiblich	Anzahl	6	5	11
		% innerhalb von Gruppe	37,5%	35,7%	36,7%
Läsionsseite <sup>a</sup>	li	Anzahl	6	4	10
		% innerhalb von Gruppe	37,5%	28,6%	33,3%
	re	Anzahl	10	10	20
		% innerhalb von Gruppe	62,5%	71,4%	66,7%
Ischämisch/ Hämorrhagisch <sup>a</sup>	H	Anzahl	1	2	3
		% innerhalb von Gruppe	6,3%	14,3%	10,0%
	I	Anzahl	15	12	27
		% innerhalb von Gruppe	93,8%	85,7%	90,0%
Gesamt	Anzahl	16	14	30	
	% innerhalb von Gruppe	100,0%	100,0%	100,0%	

a. Verschiedene Verteilungen zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich

*Tabelle 6: Kreuztabelle der nominalskalierten Teilnehmercharakteristika*

Eine Testung der Ergebnisse der Outcomemessungen vor Interventionsbeginn auf Normalverteilung mit dem Shapiro-Wilks-Test ergab keine signifikante Ablehnung der Normalverteilungshypothese in beiden Studiengruppen ( $p > 0,05$ ). Die Daten wurden daher mit dem t-Test für unabhängige Stichproben untersucht und keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studiengruppen festgestellt ( $p > 0,05$ ).

Nach den durchgeführten Analysen und Tests ist davon auszugehen, dass die Teilnehmercharakteristika in beiden Studiengruppen ähnlich waren und vor dem Beginn der randomisiert zugeordneten Interventionen keine signifikanten Unterschiede der untersuchten Outcomeparameter bestanden.

### 3.2 Induktive Statistik

#### 3.2.1 Phasenverteilung der Patienten

Von den in die Studie eingeschlossenen 30 Patienten waren bei Interventionsbeginn 3% in der Rehabilitationsphase B (Barthel-Index  $\leq 25$ ), 87% in der Phase C (Barthel-Index 30-70) und 10% in der Phase D (Barthel-Index  $\geq 75$ ). Ausgehend von statistischen Auswertungen der Qualitätssicherung für Schlaganfallpatienten in Hessen (GQH, 2010) waren von den 670 während des Studienzeitraums in der Klinik aufgenommenen Schlaganfallpatienten circa 40% in der Phase B, 35% in der Phase C und 25% in der Phase D.

Von den aufgrund der Ein- und Ausschlusskriterien schwerpunktmäßig in der Studie vertretenen Schlaganfallpatienten in der Rehabilitationsphase C waren circa 11% in die Studie eingeschlossen. Aus der Gruppe der Phase-B-Patienten waren 0,4% und aus der Gruppe der Phase-D-Patienten 1,8% in der durchgeführten Studie vertreten.

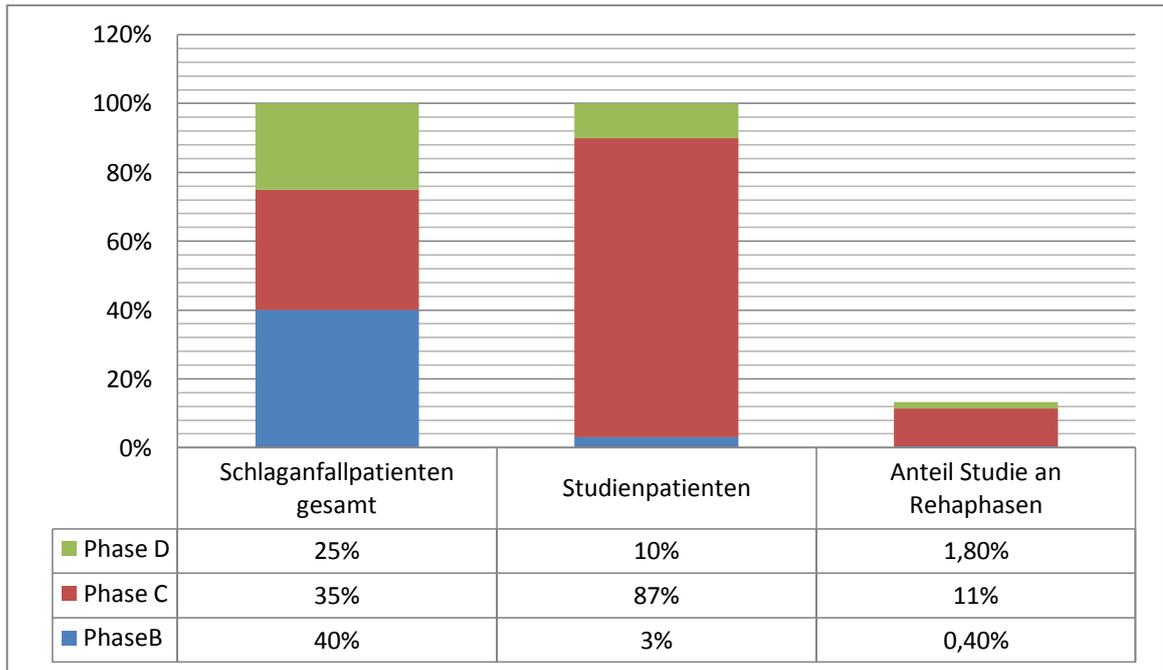


Abbildung 2: Rehabilitationsphasen-Verteilung

### 3.2.2 Ergebnisse der Outcomemessungen

Bei den Messungen der primären und sekundären Outcomeparameter konnten Verbesserungen aller getesteten Parameter in beiden Studiengruppen dokumentiert werden. Innerhalb der Studiengruppen wurden die Ergebnisse der Outcomemessungen vor Interventionsbeginn und nach Abschluss der Intervention mit dem t-Test für gepaarte Stichproben auf Unterschiede untersucht. In beiden Studiengruppen waren die Mittelwerte der gemessenen Outcomeparameter nach der zweiwöchigen Interventionsphase sehr signifikant (Bös et al., 2000, 114) verbessert im Vergleich zur Baseline-Messung ( $p < 0.01$ ).

Gruppe		BBS	BBS	FR	FR	FAC	FAC	RMI	RMI
		t0	t1	t0	t1	t0	t1	t0	t1
Kontrollgruppe	Mittelwert	29,44	37,60 <sup>a</sup>	10,50	16,87 <sup>a</sup>	2,31	2,93 <sup>a</sup>	6,00	7,93 <sup>a</sup>
	Standardabweichung	14,697	11,012	9,536	8,526	1,493	1,223	2,582	2,492
Halliwick-Therapiegruppe	Mittelwert	26,57	38,08 <sup>a</sup>	13,07	21,08 <sup>a</sup>	1,43	2,75 <sup>a</sup>	5,00	7,50 <sup>a</sup>
	Standardabweichung	13,001	15,951	10,637	11,759	1,222	1,658	2,449	3,555
Insgesamt	Mittelwert	28,10	37,81 <sup>a</sup>	11,70	18,74 <sup>a</sup>	1,90	2,85 <sup>a</sup>	5,53	7,74 <sup>a</sup>
	Standardabweichung	13,770	13,153	9,973	10,109	1,423	1,406	2,529	2,956

a. Verbesserung im Vergleich zum t0-Wert sehr signifikant ( $p < 0,01$ )

*Tabelle 7: Ergebnisse der primären und sekundären Outcomemessungen*

### 3.2.3 Gruppenabhängige Outcomeunterschiede

In der Boxplot-Darstellung der Outcomeunterschiede (*Abbildung 3*) zwischen den beiden Studiengruppen zeigt sich eine Tendenz für bessere Ergebnisse der Halliwick-Therapiegruppe.

Bei der Darstellung der Veränderungen in der Berg Balance Scale liegt der Median der Halliwick-Therapiegruppe (10,5 Punkte) deutlich über dem der Kontrollgruppe (5 Punkte), ebenso wie die mittleren 50% der Werte.

Die Mediane beider Gruppen liegen im Box-Plot-Vergleich des Functional reach ähnlich bei einem leicht höheren Wert in der Halliwick-Therapiegruppe (4,5 cm vs. 4 cm). Bei breiterem Interquartilsabstand in der Halliwick-Therapiegruppe liegen die Werte zwischen Median und 75% Quartil jedoch deutlich höher.

Der Box-Plot-Vergleich für die Veränderungen der Functional Ambulation Categories zeigt eine gleichwertige Lage der Mediane (1 Punkt). Die mittleren 50% der Werte aus der Halliwick-Therapiegruppe liegen jedoch über denen aus der Kontrollgruppe.

Der Vergleich der Veränderungen im Rivermead Mobility Index zeigt in beiden Gruppen eine gleiche Lage des Medians (2 Punkte) und einen breiteren Interquartilsabstand in der Halliwick-Therapiegruppe. Beim 25% Quartil liegt der

Wert der Halliwick-Therapiegruppe leicht unter dem der Kontrollgruppe, beim 75% Quartil jedoch deutlich höher.

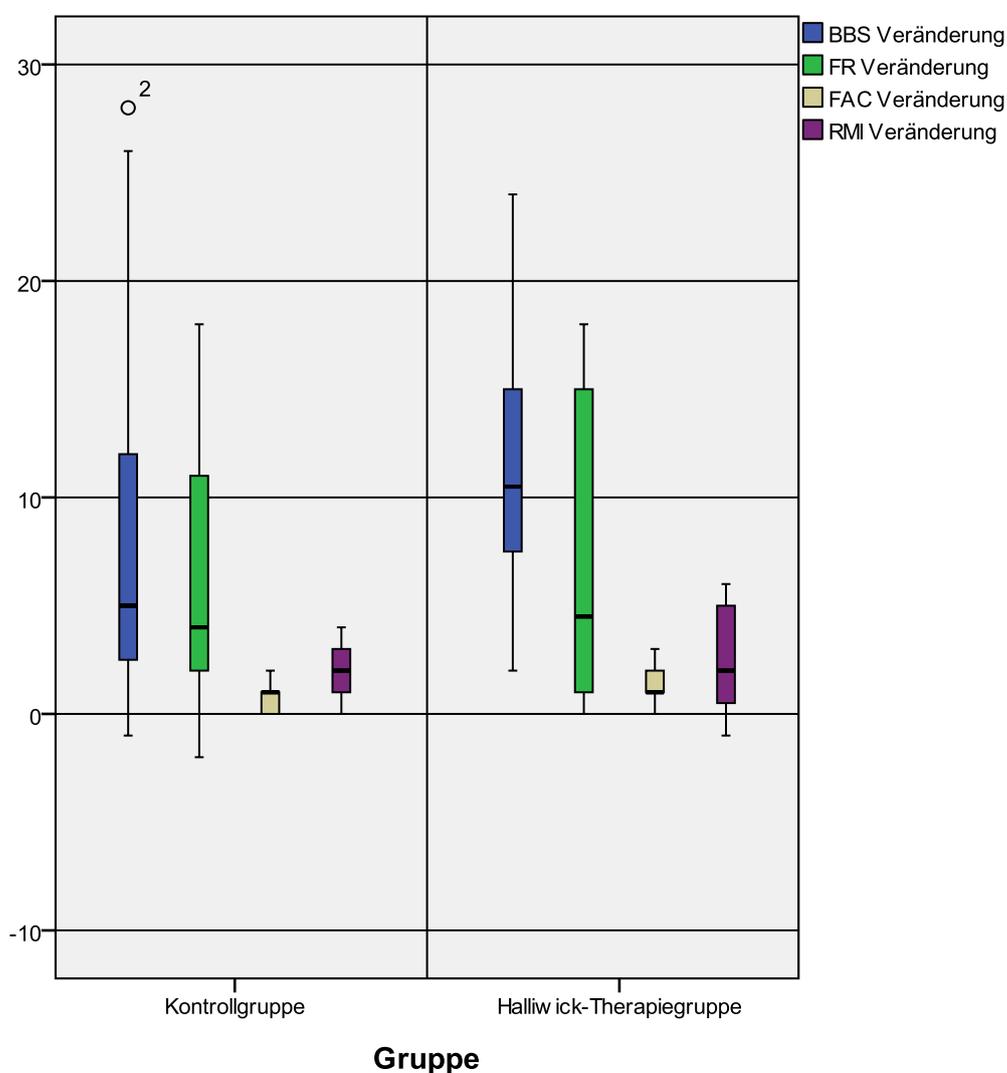


Abbildung 3: Veränderungen in den Outcomemessungen im Box-Plot-Vergleich

Unterstützt wird die Tendenz, die sich im Boxplot-Vergleich zeigt, durch den Vergleich der Mittelwerte (Tabelle 8). Die Mittelwerte der Verbesserungen waren in der Halliwick-Therapiegruppe bei allen gemessenen Outcomeparametern größer, als in der Kontrollgruppe.

Beim Shapiro-Wilks-Test auf Normalverteilung der Verbesserungen in der Halliwick-Therapiegruppe war die Ablehnung der Normalverteilungshypothese nicht

signifikant für die Veränderungen der Berg Balance Scale, des Functional Reach und des Rivermead Mobility Index ( $p > 0,05$ ). Für die Veränderungen der Functional Ambulation Categories lehnte der Test die Annahme der idealen Normalverteilung ab ( $p < 0,05$ ). Da die grafische Darstellung jedoch keine ausgeprägten Abweichungen von der Normalverteilung zeigte und der t-Test als robust gegenmäßige Verletzungen der Normalverteilung gilt (Brosius, 2002, 456), wurde für die weiteren statistischen Tests von einer Normalverteilung ausgegangen (Brosius, 2002, 378).

In der Kontrollgruppe wurde die Normalverteilungshypothese der Verbesserungen des Functional Reach und des Rivermead Mobility Index im Shapiro-Wilks-Test nicht abgelehnt ( $p > 0,05$ ), jedoch die der Berg Balance Scale und der Functional Ambulation Categories ( $p < 0,05$ ). Auch hier wurde aufgrund der grafischen Darstellung, die keine groben und systematischen Abweichungen von der Normalverteilung zeigte, die Annahme der Normalverteilung beibehalten.

Die Verbesserungen der gemessenen Outcomeparameter wurden daher mit dem t-Test für unabhängige Stichproben auf Unterschiede untersucht. Für die Veränderungen der Berg Balance Scale, des Functional Reach und der Functional Ambulation Categories wurde von gleichen Varianzen ausgegangen (Levene-Test auf Varianzgleichheit nicht signifikant  $p > 0,05$ ). Bei den Veränderungen in den Ergebnissen des Rivermead Mobility Index lehnte der Levene-Test die Annahme der Varianzgleichheit zwischen den Studiengruppen ab ( $p < 0,05$ ), sodass hier der t-Test für nicht gleiche Varianzen verwendet wurde.

Im t-Test zeigte sich die mittlere Verbesserung der Functional Ambulation Categories in der Halliwick-Therapiegruppe tendenziell signifikant größer, als in der Kontrollgruppe ( $p < 0,1$ ). Das Zulassen eines 10%-Niveaus für die Irrtumswahrscheinlichkeit bei der Ablehnung der Nullhypothese konnte hier toleriert werden, weil alle ausgewerteten Daten nicht für das Auftreten von negativen Konsequenzen bei einem  $\alpha$ -Fehler sprechen (Bös et al., 2000, 114). Die Unterschiede der Mittelwerte der Veränderungen in der Berg Balance Scale, des Functional Reach und des Rivermead Mobility Index waren nicht signifikant.

Gruppe		N	Mittelwert	Standardabweichung
BBS Veränderung	Halliwick-Therapiegruppe	12	11,00	6,252
	Kontrollgruppe	15	8,87	9,086
FR Veränderung	Halliwick-Therapiegruppe	12	7,42	7,366
	Kontrollgruppe	15	6,00	6,199
FAC Veränderung <sup>a</sup>	Halliwick-Therapiegruppe	12	1,25	,866
	Kontrollgruppe	15	,73	,704
RMI Veränderung	Halliwick-Therapiegruppe	12	2,42	2,353
	Kontrollgruppe	15	2,07	1,335

a. Mittelwert-Unterschied tendenziell signifikant ( $p < 0,1$ )

*Tabelle 8: Mittelwerte der Veränderungen der Outcomeparameter*

### 3.2.4 Responder-Analyse

Die Veränderungen der Berg Balance Scale, der Functional Ambulation Categories und des Rivermead Mobility Index wurden in einer Responder-Analyse ausgewertet.

Für die Berg Balance Scale waren Patienten, die eine Verbesserung von mehr als 6 Punkten im Studienzeitraum erzielten, als Responder definiert (Stevenson, 2001). Bei den Functional Ambulation Categories waren Patienten mit Veränderungen von mindestens 1 Punkt als Responder identifiziert worden (Mehrholz et al., 2007). Beim Rivermead Mobility Index wurden Patienten mit Verbesserungen von mindestens 2 Punkten als Responder definiert (Collen et al., 1991).

Die Ergebnisse wurden in einer Kreuztabelle analysiert und mit dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson ausgewertet. Bei allen analysierten Outcomeparametern war der Anteil der Responder in der Halliwick-Therapiegruppe größer als in der Kontrollgruppe.

			BBS Responder	
			nein	ja
Gruppe <sup>a</sup>	Kontrollgruppe	Anzahl	8	7
		% innerhalb von Gruppe	53,3%	46,7%
	Halliwick-Therapiegruppe	Anzahl	2	10
		% innerhalb von Gruppe	16,7%	83,3%
			FAC Responder	
			nein	ja
Gruppe	Kontrollgruppe	Anzahl	6	9
		% innerhalb von Gruppe	40,0%	60,0%
	Halliwick-Therapiegruppe	Anzahl	2	10
		% innerhalb von Gruppe	16,7%	83,3%
			RMI Responder	
			nein	ja
Gruppe	Kontrollgruppe	Anzahl	10	5
		% innerhalb von Gruppe	66,7%	33,3%
	Halliwick-Therapiegruppe	Anzahl	7	5
		% innerhalb von Gruppe	58,3%	41,7%

a. Verteilung zwischen den Gruppen signifikant unterschiedlich ( $p < 0,05$ )

*Tabelle 9: Kreuztabellarische Ansicht der Responderanalyse*

Bei den Ergebnissen der Berg Balance Scale waren in der Halliwick-Therapiegruppe 83,3% der Patienten Responder, während in der Kontrollgruppe der Anteil bei 46,7% lag. Die Unterschiede der Verteilung waren im Chi-Quadrat-Test nach Pearson signifikant ( $p < 0,05$ ).

Die Auswertung der Functional Ambulation Categories zeigte in der Halliwick-Therapiegruppe einen Responder-Anteil von 83,3% im Vergleich zu 60% in der

Kontrollgruppe. Die unterschiedlichen Verteilungen waren jedoch nicht signifikant im Chi-Quadrat-Test.

Der Rivermead Mobility Index zeigte einen Responder-Anteil von 41,7% in der Halliwick-Therapiegruppe, aber keine signifikant unterschiedliche Verteilung bei einem Responder-Anteil von 33,3% in der Kontrollgruppe.

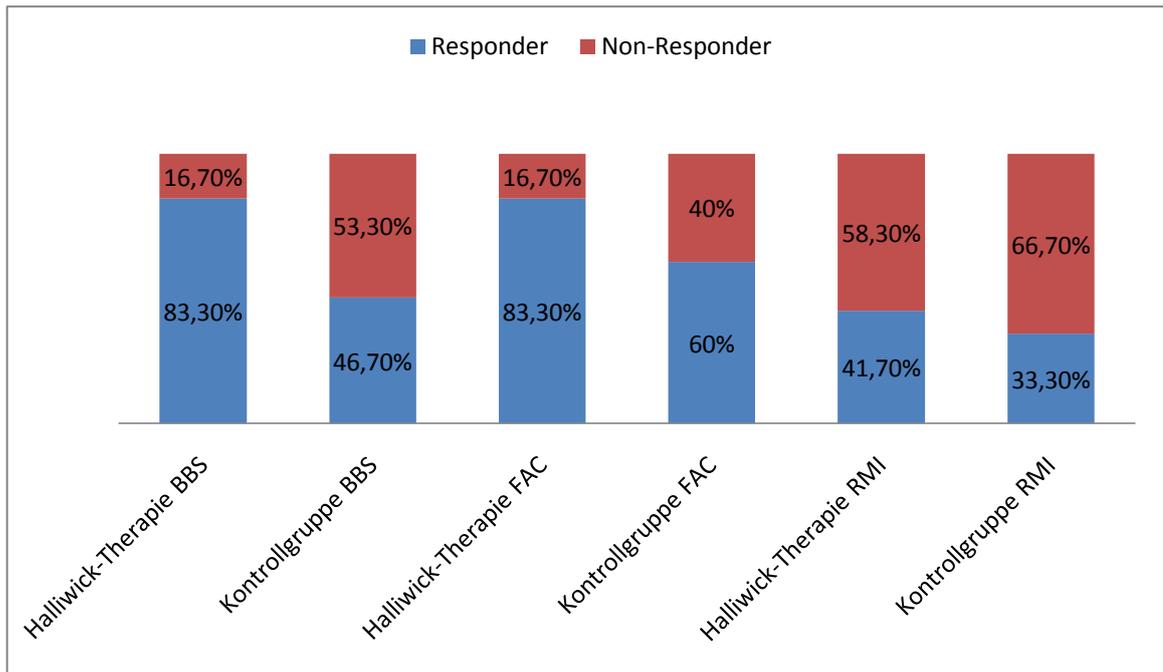


Abbildung 4: Balkendiagramm-Ansicht der Responderanalyse

## *Kapitel 4*

### DISKUSSION

#### 4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

In diese erste kontrollierte, randomisierte Studie zur Untersuchung der Effekte der physiotherapeutischen Behandlung im Bewegungsbad in der postakuten stationären Rehabilitationsphase konnten im Untersuchungszeitraum 30 Schlaganfallpatienten eingeschlossen werden. Die Teilnehmercharakteristika waren ähnlich in beiden Studiengruppen und der funktionelle Status zeigte vor Beginn der Intervention keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0,05$ ).

Vollständige Outcomemessungen konnten von 12 Teilnehmern der Halliwick-Therapiegruppe und von 15 Teilnehmern der Kontrollgruppe analysiert werden. In beiden Studiengruppen zeigten die mittleren Veränderungen aller gemessenen Outcomevariablen sehr signifikante Verbesserungen ( $p < 0,01$ ).

Nach einem Interventionszeitraum von zwei Wochen zeigte sich eine Tendenz für größere Verbesserungen der posturalen Stabilität, der funktionellen Reichweite, der funktionellen Gehfähigkeit und der basalen funktionellen Mobilität in der Halliwick-Therapiegruppe verglichen mit der Standard-Physiotherapie. Die mittlere Verbesserung der funktionellen Gehfähigkeit gemessen mit den Functional Ambulation Categories war tendenziell signifikant größer in der Halliwick-Therapiegruppe, als in der Kontrollgruppe ( $p < 0,1$ ). In einer Responderanalyse erreichten im Vergleich zur Kontrollgruppe mehr Patienten aus der Halliwick-Therapiegruppe eine signifikante Verbesserung der posturalen Stabilität, der funktionellen Gehfähigkeit und der basalen funktionellen Mobilität. Die Anzahl der Patienten, die eine signifikante Verbesserung der Berg Balance Scale von mehr als sechs Punkten erreichte, war mit 83,3% in der Halliwick-Therapiegruppe signifikant höher, als in der Kontrollgruppe mit 46,7% ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2 Generalisierbarkeit und Einschränkungen

Von allen eingeschlossenen Studienteilnehmern hatten mit 66,7% auffällig viele Patienten einen Schlaganfall in der rechten Hemisphäre erlitten im Vergleich zu 33,3% mit linksseitigen Läsionen. Diese Verteilung war in den beiden Studiengruppen ähnlich.

In den Untersuchungen von Chu et al. (2004), Noh et al. (2008) und Jung et al. (2010) zu Interventionen im Bewegungsbad bei chronischen Schlaganfallpatienten, in denen Patienten zwischen einem und sieben Jahren nach Eintritt des Schlaganfalls eingeschlossen waren, waren die Verteilungen zwischen Patienten mit links- oder rechtsseitiger Läsion deutlich symmetrischer (zusammen n=29 mit rechtsseitiger Läsion; n= 30 mit linksseitiger Läsion).

Eine Erklärung für die unterschiedliche Verteilung in der postakuten Behandlungsphase (MW 45,03 Tage nach Eintritt des Schlaganfalls) könnte die mit der linksseitigen Läsion assoziierte Aphasie sein (Carr u. Shepherd, 2010, 261), die möglicherweise aufgrund der reduzierten Kommunikationsfähigkeit in der frühen Phase nach dem Schlaganfall auch einen im Vergleich mit nicht-aphasischen Patienten reduzierten motorisch-funktionellen Status oder eine vermehrte Einschätzung der Patienten als inkontinent bedingt. Unterstützt wird diese Vermutung durch die Ergebnisse einer Untersuchung von Gianella et al. (2011), die bei 262 Schlaganfallpatienten den motorischen und kognitiven funktionellen Status untersuchten. Im Vergleich zur Patientengruppe ohne Aphasie zeigten die Schlaganfallpatienten mit Aphasie in dieser Studie einen schlechteren funktionellen Status.

Mit der Untersuchung von Noh et al. (2008), die als einzige bisher veröffentlichte kontrollierte, randomisierte Studie die Anwendung der Halliwick-Therapie bei Schlaganfallpatienten betrachtet, lassen sich die Messergebnisse der Berg Balance Scale vergleichen. Vor Interventionsbeginn lag bei Noh et al. (2008) der mittlere Messwert der Berg Balance Scale in der Aquatherapiegruppe bei 43,3 Punkten und damit bereits deutlich höher, als der mittlere Baseline-Messwert der Halliwick-Therapiegruppe (29,44 Punkte) in der vorliegenden Untersuchung. Jedoch war die

mittlere Verbesserung der posturalen Stabilität nach der zweiwöchigen Intervention mit 11,0 Punkten auf der Berg Balance Scale größer als in der Untersuchung von Noh et al. (2008), die eine mittlere Verbesserung von 7,6 Punkten nach einer achtwöchigen Intervention zeigte.

Dieser größere Effekt nach einer kürzeren Interventionszeit ist erklärbar durch das deutlich unterschiedliche funktionelle Ausgangsniveau der Studienteilnehmer und das unterschiedliche Potential für Verbesserungen bei sich stark unterscheidender Dauer zwischen Schlaganfalleintritt und Studienbeginn (MW 2,8 Jahre vs. 51,93 Tage).

Vergleicht man den Effekt der Halliwick-Therapie auf die funktionelle Gehfähigkeit mit dem Effekt einer Laufbandtherapie bzw. mit dem einer elektromechanisch unterstützten Gangtherapie, so sind in der subakuten Behandlungsphase nach einem Schlaganfall bessere bzw. ähnlich gute Ergebnisse erkennbar. In einer Studie von Werner et al. (2002) wurden 30 Schlaganfallpatienten zwischen vier und zwölf Wochen nach Eintritt des Schlaganfalls in einer randomisierten Crossover-Studie untersucht. Nach zwei Wochen mit je fünf Interventionen hatten 40% der Patienten, die eine Laufbandtherapie mit Gewichtsentlastung durchgeführt hatten, eine Verbesserung der Functional Ambulation Categories um mindestens einen Punkt erreicht. In der zweiten Gruppe, in der die Patienten eine Gangtherapie mit einem elektromechanisch assistierten Gangtrainer durchgeführt hatten, wurde im gleichen Zeitraum bei 93,3% der Patienten diese Verbesserung gemessen.

Im Vergleich dazu wurde in der vorliegenden Studie bei Patienten zwischen zwei und sechzehn Wochen nach Eintritt des Schlaganfalls in der Halliwick-Therapiegruppe bei 83,3% der Patienten eine Verbesserung der Functional Ambulation Categories um mindestens einen Punkt innerhalb von zwei Wochen gemessen. Dieser Vergleich deutet an, dass eine durch den Auftrieb im Wasser unterstützte Gangtherapie zumindest kurzfristig ähnlich gute Verbesserungen ermöglicht, wie die bereits vielfach untersuchten maschinell unterstützten Therapiemöglichkeiten auf dem Laufband. Es kann jedoch kein Vergleich im Bezug auf längerfristige Effekte und die Effekte in einer späteren Phase der Rehabilitation gezogen werden.

Während die durchgeführte Responderanalyse ergab, dass im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant mehr Patienten aus der Halliwick-Therapiegruppe eine signifikante Verbesserung der primären Outcomevariable (Berg Balance Scale) erreicht hatten, konnte der direkte Vergleich der mittleren Verbesserungen keinen signifikanten Unterschied darstellen. Eine post hoc durchgeführte Poweranalyse ergab, dass bei 30 eingeschlossenen Patienten im kurzen Untersuchungszeitraum von nur zwei Wochen die Wahrscheinlichkeit, eine falsche Nullhypothese im Bezug auf die primäre Outcomevariable statistisch signifikant abzulehnen, nur bei 30% lag. Die Ablehnung der Alternativhypothese auf der Basis des Vergleichs der mittleren Verbesserungen wäre daher als eine statistisch schwache Entscheidung einzustufen (Faul et al., 2007).

Nachträglich kritisch zu betrachten ist die Verwendung des Rivermead Mobility Index zur sekundären Outcomemessung. Obwohl die Responsivität zur Feststellung von Veränderungen bei Schlaganfallpatienten innerhalb der ersten sechs Monate nach Erkrankungsbeginn als gut bezeichnet wird (Hsueh et al., 2003), bietet der Test für die einzelnen Items keine fein abgestufte Skalierung für Verbesserungen, sondern nur der relative große funktionelle Sprung von nicht selbständiger Ausführung zur selbständigen Durchführung der Aufgabe kann abgebildet werden. Für den kurzen Studienzeitraum von zwei Wochen war bei einer Teilnehmerzahl von n=30 die Power zur Aufdeckung von signifikanten Unterschieden daher gering, sodass bei Verwendung eines feiner abgestuften Testinstruments möglicherweise eine differenziertere Auswertung und deutlichere Unterschiede zwischen den beiden Studiengruppen darstellbar gewesen wären.

#### 4.3 Interpretation und Ausblick

Die Hypothese, dass das therapeutische Setting im Bewegungsbad gute Voraussetzungen für motorisches Lernen, Reorganisation der posturalen Kontrolle sowie zielorientierter Willkürmotorik bietet und sich positiv auf die funktionelle

Mobilität auswirkt, konnte mit dieser Untersuchung durch sehr signifikante mittlere Verbesserungen aller gemessenen Outcomeparameter unterstützt werden.

Die Gründe für die Wirksamkeit der physiotherapeutischen Behandlung im Bewegungsbad können vermutet werden in der motivierenden Trainingsumgebung und der Möglichkeit für intensives, aktives und repetitives Üben auch für Patienten, die aufgrund ihrer senso-motorischen Beeinträchtigungen unter normalen Schwerkraftbedingungen an Land weniger Eigenaktivität durchführen können.

Die Hypothese, dass in der subakuten Phase nach Schlaganfall die Halliwick-Therapie in der Kombination mit Standardtherapien ein besseres Outcome als die Standardtherapie alleine ermöglicht, konnte für den Bereich der posturalen Stabilität und der funktionellen Gehfähigkeit durch signifikante bzw. tendenziell signifikante Ergebnisse der Analyse unterstützt werden. Die Testungen der funktionellen Reichweite und der basalen funktionellen Mobilität zeigten jedoch bei einem kurzen Interventionszeitraum und einer durch die Teilnehmerzahl reduzierten statistischen Power keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Studiengruppen, sodass die Nullhypothese durch die Ergebnisse dieser Untersuchung nicht abgelehnt werden kann.

Des Weiteren konnte durch die Betrachtung der Zugehörigkeit der Studienteilnehmer zu den Rehabilitationsphasen gezeigt werden, dass unter Studienbedingungen mehr als 10% der Patienten in der Rehabilitationsphase C für die Halliwick-Therapie geeignet waren. Im klinischen Alltag ist ein größerer Anteil an Patienten, die an der Halliwick-Therapie teilnehmen können, zu erwarten. Mit geeigneter Inkontinenzbadebekleidung ist eine Therapie im Bewegungsbad bereits für Patienten möglich, die in der subakuten Behandlungsphase noch nicht kontinent oder nicht sicher kontinent sind. Ebenso können Patienten, die auf die Unterstützung von zwei Therapeuten für den Einstieg ins Bewegungsbad angewiesen sind, an einer aktiven Therapie im Wasser teilnehmen. Die physiotherapeutische Behandlung im Bewegungsbad ist daher im klinischen Alltag eine Therapiemöglichkeit für eine relevante Anzahl an Schlaganfallpatienten.

Neben den sehr signifikanten Verbesserungen aller gemessenen Outcomevariablen sind keine nachteiligen Auswirkungen durch die Therapie im Bewegungsbad bekannt geworden, sodass unter Beachtung der vorgegebenen Einschluss- und

Ausschlusskriterien und einer Mindestzeit von zwei Wochen zwischen Eintritt des Schlaganfalls und Beginn einer Therapie im Bewegungsbad die durchgeführte Untersuchung für eine sichere Anwendbarkeit der Halliwick-Therapie in der postakuten Rehabilitationsphase spricht.

Ein Erfolgsfaktor für die stationären Maßnahmen in der Schlaganfallrehabilitation ist die Vorbereitung der sozialen Reintegration und das Aufzeigen von eigenverantwortlich durchführbaren Trainingsmöglichkeiten nach der Entlassung ins häusliche Umfeld. Die Durchführung einer Therapie im Bewegungsbad im einzeltherapeutischen Setting eröffnet in diesem Zusammenhang für Schlaganfallpatienten frühzeitig eine Perspektive zur Partizipation an Freizeitaktivitäten und zum Training der kardio-vaskulären Fitness (Chu et al., 2004) nach dem Abschluss der stationären Rehabilitation.

In der vorliegenden Studie konnte nicht untersucht werden, ob ein längerer Interventionszeitraum die festgestellten größeren Verbesserungen der posturalen Stabilität und der funktionellen Gehfähigkeit durch die Halliwick-Therapie im Vergleich zur Standardtherapie weiter vergrößert und ob die Effekte der Halliwick-Therapie in einer Follow-up-Untersuchung zu einem späteren Zeitpunkt noch Auswirkungen zeigen. Da das Potential zur motorischen Erholung in den ersten Monaten nach dem Schlaganfall am größten ist, könnte eine Therapie bei der frühzeitig nach dem Schlaganfall größere Verbesserungen der funktionellen Mobilität erreichbar sind, das weitere Outcome im Bezug auf Unabhängigkeit im Bereich der Mobilität günstig beeinflussen. So gilt die Verbesserung der posturalen Stabilität als wichtigster Faktor für das Erreichen der selbständigen Gehfähigkeit (Kollen et al., 2005).

Weitere Untersuchungen mit größeren Teilnehmerzahlen, einem längeren Interventionszeitraum und mit einer im weiteren Verlauf durchgeführten Follow-up-Untersuchung sind daher erforderlich. Zeigen weitere Studien ebenfalls positive Effekte, so sollte die physiotherapeutische Behandlung im Bewegungsbad in der postakuten Rehabilitationsphase nach Schlaganfällen in Behandlungsleitlinien und Therapieempfehlungen übernommen werden.

## LITERATURVERZEICHNIS

Andrews, W., Bohannon, RW. (2000). Distribution of muscle strength impairments following stroke. *Clinical Rehabilitation*, 00 (14), 79-87.

Becker, BE. (2009). Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 09 (9), 859-72.

BAR – Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (1995). Empfehlungen zur neurologischen Rehabilitation von Menschen mit schweren und schwersten Hirnschädigungen. <http://www.bar-frankfurt.de> (06-12-2010).

Blum, L., Korner-Bitensky, N. (2008). Usefulness of the Berg Balance Scale in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Physical Therapy*, 08 (5), 559-66.

Bös, K., Hänsel, F., Schott, N. (2000). Empirische Untersuchungen in der Sportwissenschaft, 1. Auflage. Hamburg: Czwalina.

Brosius, F. (2002). SPSS 11, 1. Auflage. Bonn: mitp Verlag.

Carr, J., Shepherd, R. (2003). *Stroke Rehabilitation: Guidelines for Exercise and Training to Optimize Motor Skill*, 1. Auflage. London: Butterworth-Heinemann.

Carr, J., Shepherd, R. (2010). *Neurological Rehabilitation: Optimizing Motor Performance*, 2. Auflage. London: Churchill-Livingstone.

Chon, SC., Oh, DW., Shim, JH. (2008). Watsu approach for improving spasticity and ambulatory function in hemiparetic patients with stroke. *Physiotherapy Research International*, 09 (2), 128-36.

Chu, KS., Eng, JJ., Dawson, AS., Harris, JE., Ozkaplan, A., Gylfadottir, S. (2004). Water-Based Exercise for Cardiovascular Fitness in People with Chronic Stroke: A

Randomized Controlled Trial. Archives of physical medicine and rehabilitation, 04 (85), 870-874.

Classen, J., Liepert, J., Wise, SP., Hallet, M., Cohen, LG. (1998). Rapid Plasticity of Human Cortical Movement Representation Induced by Practice. J Neurophysiol, 98 (79), 1117-23.

Clarys, JP. (1986). Muscle Tone, -Relaxation and -Activity in an Aquatic Environment. In: Lambeck, J. [Hrsg.] (1990). Halliwick in 1986: Proceedings of the Congress „Halliwick in 1986“; The Realities of Movement in Water, 1.Auflage. Bergen Dal: Stichting N.D.T.-opleiding Nijmegen.

Collen, FM., Wade, DT., Robb, GF., Bradshaw, CM. (1991). The Rivermead Mobility Index. A further development of the Rivermead Motor Assessment. Int Disabil Stud, 91 (2), 50-4.

DIMDI Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information. (2005). ICF. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit. <http://www.dimdi.de/static/de/index.html> (13-04-2009).

Eckhardt, G., Greb, A. (2008). Von oben und unten. Diskussion: Top-Down und Bottom-Up. Physiopraxis, 08 (11-12), 42-44.

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, AG., Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behavior Research Methods, 07 (2), 175-91.

Feeney, DM., Baron, JC. (1986). Diaschisis. Stroke, 86 (17), 817-30.

Fialka-Moser, V. (2009). Hydrotherapie in Theorie und Praxis, 1. Auflage. München: Richard Pflaum Verlag.

Foerch, C., Sitzer, M., Steinmetz, H., Neumann-Haefelin, T. (2009). Future Demographic Trends Decrease the Proportion of Ischemic Stroke Patients Receiving Thrombolytic Therapy: A Call to Set-Up Therapeutic Studies in the Very Old. Stroke, 09 (40), 1900-02.

Foerch, C., Misselwitz, B., Claus, D., Stark, E., Hamann, GF., Steinmetz, H. (2010). Epidemiologie des Schlaganfalls in Hessen – Was können wir für die Zukunft daraus ablesen?. Hessisches Ärzteblatt, 10 (09), 549-52.

Gamper, UN. (1995). Wasserspezifische Bewegungstherapie und Training, 1. Auflage. Stuttgart: Gustav-Fischer-Verlag.

Geschäftsstelle Qualitätssicherung Hessen (GQH) (2010). Externe Qualitätssicherung in der stationären Versorgung: Schlaganfallbehandlung Neurologische Rehabilitation Jahresauswertung 2009. [http://www.gqhnet.de/Projekte/Reha/Auswertungen/2009\\_Reha.pdf](http://www.gqhnet.de/Projekte/Reha/Auswertungen/2009_Reha.pdf) (19-10-2010).

Gauthier, LV., Taub, E., Perkins, C., Ortmann, M., Mark, VW., Uswatte, G. (2008). Remodeling the Brain: Plastic Structural Brain Changes Produced by Different Motor Therapies After Stroke. Stroke 08 (39), 1520-25.

Geytenbeck, J. (2002). Evidence for effective hydrotherapy. Physiotherapy, 02 (88), 514-29.

Gianella, B., Bertolinelli, M., Lissi, M., Prometti, P. (2011). Predicting outcome after stroke: the role of aphasia. Disabil Rehabil 11 (33), 122-9.

Govan, L., Weir, CJ., Langhorne, P. for the Stroke Unit Trialists' Collaboration (2008). Organized Inpatient (Stroke Unit) Care for Stroke. Stroke, 08 (39), 2402-03.

Gresswell, A., Maes, JP. (2000). Principles of Halliwick and its Application for Children and Adults with Neurological Conditions. <http://www.halliwick.org.uk/html/publications/publications.htm> (27-10-2010).

Grosse, SJ. (2009). Aquatic Progressions. The buoyancy of water facilitates balance and gait. Rehab Management, 09 (22), 25-27.

Hachinski, V. et al. (2010). Stroke: Working Toward a Prioritized World Agenda. Stroke, 10 (41), 1084-99.

Hastings, P. (2010). The Halliwick Concept: Developing the teaching of swimming to disabled people. <http://www.halliwick.org.uk/html/publications/publications.htm> (27-10-2010).

Heuschmann, PU., Busse, O., Wagner, M., Endres, M., Villringer, A., Röther, J., Kolominsky-Rabas, PL., Berger, K. (2010). Schlaganfallhäufigkeit und Versorgung von Schlaganfallpatienten in Deutschland. *Akt Neurol*, 10 (37), 333-40.

Holden, MK., Gill, KM., Magliozzi, MR., Nathan, J., Piehl-Baker, L. (1984). Clinical Gait Assessment in the Neurologically Impaired. Reliability and Meaningfulness. *Physical Therapy*, 84 (1), 35-40.

Horak, FB., Henry, SM., Shumway-Cook, A. (1997). Postural Perturbations: New insights for Treatments of Balance Disorders. *Physical Therapy*, 97 (77), 517-33.

Horst, R. (2005). *Motorisches Strategietraining und PNF*, 1. Auflage. Stuttgart: Thieme-Verlag.

Hsueh, IP., Wang, CH., Sheu, CF., Hsieh, CL. (2003). Comparison of Psychometric Properties of three Mobility Measures for Patients with Stroke. *Stroke*, 03 (34), 1741-5.

Innenmoser, J. (2001). *Aktive Wassertherapie*, 1. Auflage. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.

Jacobs, KM., Donoghue, JP. (1991). Reshaping the cortical map by unmasking latent intracortical connections. *Science*, 91 (251), 944-47.

Johansson, BB. (2000). Brain plasticity and stroke rehabilitation: the Willis Lecture. *Stroke*, 00 (31), 223-30.

Jørgensen, HS., Nakayama, H., Raaschou, HO., Olsen, TS. (1999). Stroke: Neurologic and functional recovery. The Copenhagen Stroke Study. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 99 (4), 887-906.

Jung, T., Lee, DK., Charalambous, C., Vrongistinos, K. (2010). The Influence of Applying Additional Weight to the Affected Leg on Gait Patterns during Aquatic Treadmill Walking in People Poststroke. Arch Phys Med Rehabil, 10 (91), 129-36.

Knerr, R. (2000). Lexikon der Physik, 1. Auflage. München: Bertelsmann Lexikon Verlag.

Kollen, B., Van de Port, I., Lindeman, E., Twisk, J., Kwakkel, G. (2005). Predicting Improvement in Gait after Stroke: A Longitudinal Prospective Study. Stroke, 05 (36), 2676-80.

Lambeck, J. (2001). Das Halliwick-Konzept. <http://www.halliwick.de/downloads> (17-11-2009).

Lambeck, J., Gamper, UN. (2008). The Halliwick Concept. <http://www.halliwick.net> (17-08-2010).

Lamp, SE., Ferucci, L., Volapto, S., Fried, LP., Guralnik, JM., Gustafson, Y. (2003). Risk Factors for Falling in Home-Dwelling Older Women With Stroke. Stroke, 03 (34), 494-501.

Liepert, J., Bauder, H., Miltner, WHR., Taub, E., Weiller, C. (2000). Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. Stroke, 00 (31), 1210-16

Lopez, AD., Mathers, CD., Ezzati, M., Jamison, DT., Murray, CJ. (2006). Global and regional burden of disease and risk factors, 2001: systematic analysis of population health data. The Lancet, 06 (367), 1747-57.

Lundström, E., Terént, A., Borg, J. (2008). Prevalence of disabling spasticity 1 Year after first-ever stroke. European Journal of Neurology, 08 (6), 533-9.

Lundström, E., Smits, A., Borg, J., Terént, A. (2010). Four-Fold Increase in Direct Costs of Stroke Survivors With Spasticity Compared With Stroke Survivors without Spasticity the First Year After the Event. Stroke, 10 (41), 319-24.

- Majsak, MJ. (1996). Application of Motor Learning Principles to the Stroke Population. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 96 (3), 27-59
- Marklund, I., Klässbo, M. (2006). Effects of lower limb intensive mass practice in poststroke patients: single-subject experimental design with long-term follow-up. *Clinical Rehabilitation*, 06 (20), 568-76.
- Martin, J. (1981). The Halliwick Method. *Physiotherapy*, 81 (67), 288-91.
- McMillan, J. (1978). The Role of Water in Rehabilitation. *Fysioterapeuten*, 78 (45), 43-6, 87-90, 236-40.
- McMillan, P., Martin, J. (unbekanntes Veröffentlichungsdatum). The Halliwick Story. <http://www.halliwick.org.uk/html/publications/publications.htm> (27-10-2010).
- Mehrholz, J., Wagner, K., Rutte, K., Meißner, D., Pohl, M. (2007). Predictive Validity and Responsiveness of the Functional Ambulation Category in Hemiparetic Patients After Stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 07 (88), 1314-9.
- Meyer, K., Leblanc, MC. (2008). Aquatic Therapies in Patients with compromised Left Ventricular Function and Heart Failure. *Clinical and Investigative Medicine*, 08 (31), E 90-97.
- Meyers Lexikonredaktion [Hrsg.] (1999). *Duden – Grundwissen Physik*, 3. Auflage. Mannheim: Verlag Bibliographisches Institut und F. A. Brockhaus.
- Mulder, T., Hochstenbach, J. (2001). Adaptability and Flexibility of the Human Motor System: Implications for Neurological Rehabilitation. *Neural Plasticity*, 01 (8), 131-40.
- Mulder, T. (2007). *Das adaptive Gehirn. Über Bewegung, Bewusstsein und Verhalten*, 1. Auflage. Stuttgart: Thieme-Verlag.
- Nakayama, H., Jørgensen, HS., Pedersen, PM., Raaschou, HO., Olsen, TS. (1997). Prevalance and Risk Factors of Incontinence After Stroke: The Copenhagen Stroke Study. *Stroke*, 97 (28), 58-62.

Noh, DK., Lim, JY., Shin, HI., Paik, NJ. (2008). The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors – a randomized controlled pilot trial. *Clinical Rehabilitation*, 08 (22), 966-976.

Nudo, RJ. (2007). Postinfarct Cortical Plasticity and Behavioral Recovery. *Stroke*, 07 (38), 840-45.

Paeth, B. (1984). Schwimmtherapie "Halliwick-Methode" nach McMillan bei erwachsenen Patienten mit neurologischen Erkrankungen. *Zeitschrift für Krankengymnastik*, 84 (36), 100-12.

Ringleb, P., Schellinger, PD. und Hacke, W. et al. (2008). Leitlinien zum Management von Patienten mit akutem Hirninfarkt oder TIA 2008 der Europäischen Schlaganfallorganisation (ESO). [http://www.esostroke.org/pdf/ESO08\\_Guidelines\\_German.pdf](http://www.esostroke.org/pdf/ESO08_Guidelines_German.pdf) (22-10-2010).

Roth, EJ. (2009). Trends in Stroke Rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med*, 09 (45), 247-54.

Schädler, S. (2007). Assessment: Berg Balance Scale. *Physiopraxis*, 07 (11-12), 40-1.

Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A., Wirz, M. (2009). *Assessments in der Rehabilitation; Band 1: Neurologie*, 2. Auflage. Bern: Verlag Hans Huber.

Schick, T. (2003). Aquatherapie bei neurologischen Erkrankungen: Motorisches Lernen im Wasser. *Physiopraxis*, 03 (7), 14-17.

Schulz, KF., Altman, DG., Moher, D. for the CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. *British Medical Journal*, 10 (340), 698-702.

Shumway-Cook, A., Woolacott, MH. (2007). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*, 3. Auflage. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins.

Smith, PS., Hembree, JA., Thompson, ME. (2004). Berg Balance Scale and Functional Reach: determining the best clinical tool for individuals post acute stroke. *Clinical Rehabilitation*, 04 (7), 811-8.

Sommerfeld, DK., Eek, EUB., Svensson, AK., Holmquist, LW., von Arbin, MH. (2004). Spasticity after Stroke: Its Occurance and Association With Motor Impairments and Activity Limitations. *Stroke*, 04 (35), 134-9.

Stanat, F., Lambeck, J. (2001a). The Halliwick Method (Part one). *AKWA*, 01 (14), 39-41.

Stanat, F., Lambeck, J. (2001b). The Halliwick Method (Part two). *AKWA*, 01 (15), 39-42.

Stein, J. (2004). Motor Recovery Strategies after Stroke. *Top Stroke rehabil*, 04 (11), 12-22.

Stevenson, TJ. (2001). Detecting change in Patients with stroke using the Berg Balance Scale. *Australian Journal of Physiotherapy*, 01 (47), 29-38.

Weiner, DK., Bongiorno, DR., Studenski, SA., Duncan, PW., Kochersberger, GG. (1993). Does functional reach improve with rehabilitation?. *Arch Phys Med Rehabil*, 93 (8), 796-800.

Werner, C., von Frankenberg, S., Treig, T., Konrad, M., Hesse, S. (2002). Treadmill Training With Partial Body Weight Support and an Electromechanical Gait Trainer for Restoration of Gait in Subacute Stroke Patients: A Randomized Crossover Study. *Stroke*, 02 (33), 2895-2901.

Weston, CF., O'Hare, JP., Evans, JM., Corral, RJ. (1987). Haemodynamic Changes in Man During Immersion in Water at Different Temperatures. *Clinical Science*, 87 (73), 613-17.

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Nummer</i>	<i>Seite</i>
1. Übersicht der Studienteilnehmer nach CONSORT 2010 Flow-Diagramm..	58
2. Rehabilitationsphasen-Verteilung.....	63
3. Veränderungen in den Outcomemessungen im Box-Plot-Vergleich.....	65
4. Balkendiagramm-Ansicht der Responderanalyse.....	69

## TABELLENVERZEICHNIS

<i>Nummer</i>	<i>Seite</i>
1. Das 10-Punkte-Programm nach McMillan, 1978; Paeth, 1984; Schick, 2003; Lambeck u. Gamper, 2008.....	31
2. Die Elemente der Wasserspezifischen Therapie nach Lambeck, 2001.....	36
3. Durch die Halliwick-Therapie beeinflussbare ICF-Items nach Lambeck u. Gamper, 2008; DIMDI, 2005.....	40
4. Studienübersicht zur Schlaganfallrehabilitation im Wasser.....	44
5. Übersicht der quantitativen Teilnehmercharakteristika.....	59
6. Kreuztabelle der nominalskalierten Teilnehmercharakteristika.....	61
7. Ergebnisse der primären und sekundären Outcomemessungen.....	64
8. Mittelwerte der Veränderungen der Outcomeparameter.....	67
9. Kreuztabellarische Ansicht der Responderanalyse.....	68

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

al.	alii
ANKF	Asklepios Neurologische Klinik Falkenstein
BAR	Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation
BBS	Berg Balance Scale
BI	Barthel Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	cirka
cm	Zentimeter
COPD	chronic obstructive pulmonary disease
DIMDI	Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information
EMG	Elektro-Myografie
FAC	Functional Ambulation Categories
FR	Functional reach
GQH	Gesellschaft für Qualitätssicherung Hessen
H	hämorrhagisch
I	ischämisch
ICF	International Classification of Function, Disability and Health
IHA	International Halliwick Association
IHTN	International Halliwick Therapy Network
kg/l	Kilogramm pro liter
li.	links
m	Meter
M.	Musculus
mm/Hg	Millimeter Quecksilbersäule
MW	Mittelwert
n	Anzahl
Nr.	Nummer
NYHA	New York Heart Association
re.	rechts
RMI	Rivermead Mobility Index
S 2	zweiter Sakralwirbel
SD	standard deviation
Th 11	elfter Thorakalwirbel
u.	und
unbek. Dat.	unbekanntes Veröffentlichungsdatum
VO2-max	maximales Atemvolumen
vs.	versus
°C	Grad Celsius

## **Patienteninformation**

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

Als Teilnehmer an unserer wissenschaftlichen Untersuchung möchten wir Sie über den Inhalt, die Ziele und die Vorgehensweise der Untersuchung

**„Effekte der Bewegungstherapie im Wasser (Halliwick-Therapie) auf die funktionelle Mobilität bei Schlaganfallpatienten – Eine kontrollierte, randomisierte Studie“**

informieren.

### **Bewegungstherapie im Wasser nach dem Halliwick-Konzept:**

In der Rehabilitation nach Schlaganfall steht häufig die Verbesserung / Wiederherstellung der Mobilität im Mittelpunkt. In Ergänzung zu anderen Therapien wird dazu verbreitet auch die Therapie im Bewegungsbad eingesetzt. Das Halliwick-Konzept strukturiert das therapeutische Vorgehen im Wasser durch ein 10-Punkte-Programm, welches in drei Phasen unterteilt wird (geistige Anpassung an die Umgebung, Gleichgewichtskontrolle, Fortbewegung). Die besonderen physikalischen Eigenschaften des Wassers sollen hierbei die motorische Rehabilitation nach Schlaganfall günstig beeinflussen.

### **Wissenschaftlicher Hintergrund:**

Die wenigen bisher vorliegenden wissenschaftlichen Untersuchungen der Therapie im Bewegungsbad bei Schlaganfallpatienten haben positive Effekte auf das Gleichgewicht, die Muskelkraft des betroffenen Beines, die Ganggeschwindigkeit und die Ausdauerleistungsfähigkeit gezeigt. Die Studien wurden mit chronischen Schlaganfallpatienten in ambulanten Einrichtungen durchgeführt, sodass eine Untersuchung in der subakuten Behandlungsphase im Rahmen der stationären Rehabilitationsbehandlung von wissenschaftlichem Interesse ist.

### Ziel der Untersuchung:

Im Rahmen dieser Studie soll untersucht werden, ob durch die Therapie im Bewegungsbad messbare Verbesserungen der Mobilität bei Schlaganfallpatienten erzielt werden können.

### Erläuterung des Studienaufbaus:

Um die Effekte der Therapie im Bewegungsbad mit denen der herkömmlichen Therapie zu vergleichen, werden zwei Behandlungsgruppen gebildet. Die Zuordnung zu einer der beiden Gruppen erfolgt zufällig.

Alle Studienteilnehmer erhalten weiterhin alle individuell verordneten Therapien. Die Patienten der Interventionsgruppe erhalten über einen Zeitraum von zwei Wochen drei der wöchentlichen Physiotherapie-Einheiten im Bewegungsbad, während die Patienten der Kontrollgruppe im untersuchten Zeitraum alle Physiotherapie-Einheiten außerhalb des Bewegungsbades erhalten. Nach Abschluss der zweiwöchigen Studienphase können auch die Patienten der Kontrollgruppe für die Therapie im Bewegungsbad eingeteilt werden.

### Durchführung von Messungen:

Zur Auswertung werden vor und nach der zweiwöchigen Studienphase Messungen durchgeführt. Es handelt sich hierbei um 4 Bewegungs- und Gleichgewichtstestungen, die insgesamt jeweils etwa 30 min dauern.

### Freiwillige Teilnahme:

Die Teilnahme an der Untersuchung ist freiwillig. Wenn Sie nicht teilnehmen möchten, entstehen Ihnen keine Nachteile.

Sie können Ihre Einwilligung zur Teilnahme jederzeit ohne Angabe von Gründen widerrufen, ohne dass Ihnen Nachteile entstehen.

# Einwilligungserklärung

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Mit meiner Unterschrift erkläre ich folgendes:

- Ich habe die Patienteninformation zur wissenschaftlichen Untersuchung „Effekte der Bewegungstherapie im Wasser (Halliwick-Therapie) auf die funktionelle Mobilität bei Schlaganfallpatienten – Eine kontrollierte, randomisierte Studie“ erhalten.
- Ich wurde für mich ausreichend schriftlich und mündlich über die wissenschaftliche Untersuchung informiert.
- Ich stimme der Teilnahme an der wissenschaftlichen Untersuchung zu und weiß, dass ich meine Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen widerrufen kann, ohne dass Nachteile für mich entstehen.
- Ich bin damit einverstanden, dass die im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchung über mich erhobenen Daten aufgezeichnet werden. Personenbezogene Daten werden nicht an Dritte weitergegeben. Die krankheitsbezogenen Daten werden anonymisiert ausgewertet, sodass aus der wissenschaftlichen Auswertung nicht hervorgeht, wer an der Untersuchung teilgenommen hat.
- Ich habe eine Kopie dieser Einwilligungserklärung erhalten.

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Patient/in

## MESSINSTRUMENTE

### **Berg-Balance-Scale (Katherine Berg et al., 1989)**

Deutsche Version: Scherfer E<sup>1</sup>, Bohls C<sup>2</sup>, Freiburger E<sup>3</sup>, Heise KF<sup>4</sup>, Hogan D<sup>5</sup>

Name:

Datum:

Tester:

Item-Nr.	Kurztitel des Items	Bewertung 0 - 4
1.	Vom Sitzen zum Stehen	
2.	Stehen ohne Unterstützung	
3.	Sitzen ohne Unterstützung	
4.	Vom Stehen zum Sitzen	
5.	Transfers	
6.	Stehen mit geschlossenen Augen	
7.	Stehen mit Füßen dicht nebeneinander (enger Fußstand)	
8.	Mit ausgestrecktem Arm nach vorne reichen/langen	
9.	Gegenstand vom Boden aufheben	
10.	Sich umdrehen, um nach hinten zu schauen	
11.	Sich um 360° drehen	
12.	Abwechselnd die Füße auf eine Fußbank stellen	
13.	Stehen mit einem Fuß vor dem anderen (Tandemstand)	
14.	Auf einem Bein stehen (Einbeinstand)	
Summe der Punkte:		

<sup>1</sup> Physioth., Dipl.-Soz.Wiss, Dr. rer. soc. Physio-Akademie des ZVK, Wremen

<sup>2</sup> Physioth., MSc Neurorehab., Dresden

<sup>3</sup> Dipl.-Sportwiss., Dr. Sportwiss.; Institut für Sportwiss., Universität Erlangen

<sup>4</sup> Physioth., BSc, MSc Neurophysioth., Promotionsstudentin an der Sporthochschule Köln

<sup>5</sup> Physioth., Marienhospital Gelsenkirchen-Ückendorf

## Functional Ambulation Categories (Holden et al., 1984)

Kategorie	Abhängigkeitsstufe	Merkmale	Schlüsselfragen
<b>0</b>	Nicht bzw. nicht funktionell gehfähig	Patient ist nicht gehfähig oder benötigt die Hilfe von 2 Therapeuten	Ist das Gehen wirklich nur möglich, wenn 2 Therapeuten den Patienten sichern?  Ja = FAC 0
<b>1</b>	Gehfähig mit Abhängigkeit von Assistenz (Stufe 2)	Patient benötigt kontinuierlich manuellen Kontakt, um das Körpergewicht abzustützen und um die Balance zu halten oder um koordinativ zu unterstützen	1. Würde der Patient ohne die Assistenz des Therapeuten fallen?  2. Wird der Patient kontinuierlich durch den Therapeut unterstützt?  3. Ist es erforderlich, dass der Patient am Rumpf durch den Therapeuten gesichert wird?  2x ja = FAC 1 2x nein= FAC 2
<b>2</b>	Gehfähig mit Abhängigkeit von Assistenz (Stufe 1)	Patient benötigt kontinuierlich oder intermittierend leichten manuellen Kontakt, um die Balance zu halten, oder um koordinativ zu unterstützen	1. Gibt es keine sichtbare Gewichtsübernahme durch den Therapeuten?  2. Bewegt der Therapeut zumindest einmal das Bein des Patienten?  3. Muss der Patient nicht am Rumpf durch den Therapeuten gesichert werden?  Ja bei 1 und 3 und nein bei 2 = FAC 2
<b>3</b>	Gehfähig mit Abhängigkeit von Supervision	Patient ist auf ebenem Boden ohne manuellen Kontakt gehfähig, benötigt aber die Aufsicht einer Person zur Sicherheit oder für verbale Anleitung	1. Bewegt der Therapeut das Bein des Patienten?  2. Unterstützt der Therapeut manuell den Patient?  3. Könnte der Patient auf Zimmerebene alleine gehen?  3x nein = FAC 3

4	Selbständig gehfähig auf ebenem Boden	Patient kann unabhängig auf ebenem Boden gehen, benötigt aber Assistenz oder Supervision bei Stufen, Schrägen oder unebenem Boden	Unterstützt der Therapeut den Patient zu keiner Zeit? Könnte der Patient auf Zimmerebene alleine gehen? 2x ja = FAC 4
5	Unabhängig gehfähig	Patient kann überall unabhängig gehen	Könnte der Patient alleine auf ebenem und unebenem Boden, sowie über Stufen und Schrägen gehen? Ja = FAC 5

**Unebener Boden: Gras, Kies, Erde, Schnee, Eis**

**Stufen: mindestens 7 aufwärts und abwärts mit Geländer**

**Hilfsmittel: jederzeit erlaubt**

## Functional Ambulation Categories

Name:..... Geb.dat:.....

Kategorie	Abhängigkeitsstufe
0	Nicht funktionell gehfähig
1	Abhängigkeit Stufe 1
2	Abhängigkeit Stufe 2
3	Überwachung
4	Unabhängigkeit Stufe 1
5	Unabhängigkeit Stufe 2

Testdatum			
FAC			

# Rivermead Mobility Index (Collen et al, 1991)

Name:.....Geb.dat.:.....

Item-Nr.	Frage	Test 1: <input type="checkbox"/>	Test 2: <input type="checkbox"/>
1	Drehen Sie sich im Bett selbständig aus der Rückenlage in die Seitlage?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Kommen Sie im Bett selbständig vom Liegen zum Sitzen am Bettrand?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Können Sie am Bettrand 10 sek sitzen, ohne sich festzuhalten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Können Sie von irgendeinem Stuhl in weniger als 15 sek aufstehen und dann 15 sek frei stehen bleiben?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Beobachten: 15 sek frei Stehen (ohne Hilfsmittel, mit Schuhen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Machen Sie den Transfer vom Bett zum Stuhl und zurück alleine?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Gehen Sie 10 m alleine (mit Hilfsmitteln, ohne Hilfsperson)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Gehen Sie Treppen aufwärts ohne Hilfsperson (Geländer und Hilfsmittel erlaubt)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Gehen Sie draußen auf ebenem Boden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>10</b>	Gehen Sie im Haus alleine ohne Schienen und Hilfsmittel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>11</b>	Wenn Sie etwas fallen lassen, schaffen Sie es 5 m zu gehen, den Gegenstand aufzuheben und zurück zu gehen (Hilfsmittel erlaubt)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>12</b>	Gehen Sie alleine im Freien auf unebenem Boden (Kies, Wiese, Sand, Schnee, Eis) (Hilfsmittel erlaubt)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>13</b>	Baden und Duschen Sie selbständig (Ein- und Aussteigen und Waschen)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>14</b>	Gehen Sie 4 Treppenstufen alternierend hoch und runter (ohne Halten am Geländer; Hilfsmittel erlaubt)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>15</b>	Können Sie 10 m in 4 sek rennen, ohne zu hinken (schnelles Laufen ist akzeptabel)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Total Score</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>