

**Sensorbasierte Messung und Bedeutung  
körperlicher Aktivität bei Patienten nach Hüftfraktur  
in der geriatrischen Rehabilitation**

**Dissertation**

Von der Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der  
Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines  
Doktors der Philosophie (Dr. phil.) genehmigte Abhandlung

vorgelegt von

**Simone Elisabeth Nicolai**

aus Dudweiler

Hauptberichter: Prof. Dr. phil. habil. Wolfgang Schlicht

Mitberichter: PD Dr. med. Clemens Becker

Tag der mündlichen Prüfung: 27.02.2012

Institut für Sport- und Bewegungswissenschaft  
der Universität Stuttgart

2011



# Inhaltsverzeichnis

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>6</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>7</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>9</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>14</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>17</b>
<b>2 PROBLEMFELD .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Körperliche Aktivität: allgemeine Definition und gesundheitliche Bedeutung .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Die geriatrische Rehabilitation .....</b>	<b>24</b>
2.2.1 Proximale Femurfrakturen .....	25
2.2.2 Verlaufs- und Erfolgsbeurteilung in der geriatrischen Rehabilitation und die Problematik der derzeitigen Assessments .....	29
<b>2.3 Erfassung der körperlichen Aktivität.....</b>	<b>35</b>
2.3.1 Erfassung über Fragebögen .....	36
2.3.2 Erfassung über Sensoren .....	38
<b>2.4 Studien zur körperlichen Aktivität geriatrischer Menschen.....</b>	<b>40</b>
2.4.1 Allgemein.....	40
2.4.2 Körperliche Aktivität von Hüftfrakturpatienten .....	42
<b>2.5 Problemstellung und Zielsetzung der vorliegenden Studie .....</b>	<b>45</b>
<b>3 METHODE .....</b>	<b>51</b>
<b>3.1 Studiendesign und Studienaufbau .....</b>	<b>51</b>
<b>3.2 Ein- und Ausschlusskriterien.....</b>	<b>54</b>
<b>3.3 Personenstichprobe .....</b>	<b>55</b>
<b>3.4 Therapieeinheiten während des Rehabilitationsaufenthaltes.....</b>	<b>56</b>
<b>3.5 Messmethoden, Datenbearbeitung und Variablen.....</b>	<b>57</b>
3.5.1 Erfassung der körperlichen Aktivität.....	57
3.5.2 Erfassung der körperlichen Leistungsfähigkeit .....	61

3.5.3	Untersuchungsprotokoll .....	74
3.5.4	Messung fragebogenbasierter Parameter .....	74
<b>3.6</b>	<b>Statistik .....</b>	<b>79</b>
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>83</b>
<b>4.1</b>	<b>Drop-Out Analyse und Beschreibung des Kollektivs.....</b>	<b>83</b>
<b>4.2</b>	<b>Beschreibung der körperlichen Aktivität .....</b>	<b>86</b>
4.2.1	Sensorbasierte Aktivitätsmessung .....	87
4.2.2	Auswahl der Parameter .....	106
<b>4.3</b>	<b>Zusammenhänge mit der in der Rehabilitation gemessenen körperlichen Aktivität</b>	<b>107</b>
4.3.1	Anthropometrische Daten, Komorbidität, Kognition und Art der Fraktur .....	108
4.3.2	Therapieeinheiten zum Zeitpunkt der sensorbasierten Aktivitätsmessung.....	108
4.3.3	Funktionelle Untersuchungen .....	110
4.3.4	Biomechanische Untersuchungen .....	111
4.3.5	Fragebogenbasierte Parameter .....	114
<b>4.4</b>	<b>Veränderung der Zusammenhänge .....</b>	<b>116</b>
4.4.1	Therapieeinheiten .....	116
4.4.2	Funktionelle Parameter .....	119
4.4.3	Biomechanische Parameter.....	121
4.4.4	Fragebogenbasierte Parameter.....	124
4.4.5	Vergleich der Effektstärken aller Messverfahren auf die körperliche Aktivität.....	126
<b>4.5</b>	<b>Generierung eines Modells zur Erklärung der Aktivität .....</b>	<b>127</b>
4.5.1	Erklärung der Aktivität durch funktionelle Messverfahren.....	128
4.5.2	Erklärung der Aktivität durch biomechanische Messverfahren.....	130
4.5.3	Erklärung der Aktivität durch fragebogenbasierte Parameter .....	131
4.5.4	Generierung eines Gesamtmodells.....	132
<b>4.6</b>	<b>Prädiktion der körperlichen Aktivität zu <math>T_{FU}</math> .....</b>	<b>133</b>
4.6.1	Prädiktion der körperlichen Aktivität zu $T_{FU}$ für die Gesamtgruppe .....	134
4.6.2	Prädiktion der körperlichen Aktivität zu $T_{FU}$ für definierte Subgruppen .....	134
4.6.3	Prädiktion der körperlichen Aktivität zu $T_{FU}$ für zum Zeitpunkt $T_2$ neu definierte Subgruppen .....	135
<b>4.7</b>	<b>Veränderungssensitivität und Boden-/Deckeneffekte .....</b>	<b>137</b>
<b>5</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>141</b>
<b>5.1</b>	<b>Diskussion der Methode .....</b>	<b>141</b>
5.1.1	Personenstichprobe und Studiendesign .....	141
5.1.2	Therapieeinheiten .....	148
5.1.3	Messmethoden, Datenbearbeitung und Variablen.....	148
<b>5.2</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse.....</b>	<b>158</b>
5.2.1	Beschreibung der körperlichen Aktivität .....	158
5.2.2	Zusammenhänge und deren Veränderungen .....	180

5.2.3	Generierung eines Modells zur Erklärung der Aktivität innerhalb der Rehabilitation	189
5.2.4	Prädiktion bzw. Varianzaufklärung der körperlichen Aktivität zu $T_{FU}$ .....	191
5.2.5	Veränderungssensitivität der Messverfahren und Boden-/ Deckeneffekte.....	195
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK .....</b>	<b>199</b>
<b>7</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>207</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>233</b>
	<b>LEBENS LAUF.....</b>	<b>249</b>
	<b>ERKLÄRUNG .....</b>	<b>251</b>
	<b>DANKSAGUNG.....</b>	<b>253</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wechselwirkungen zwischen den Komponenten der ICF (World Health Organization, 2005).....	33
Abbildung 2: Darstellung des Studienablaufs und der Drop-Out-Raten. ....	53
Abbildung 3: Befestigung des Aktivitätssensors (eigene Aufnahme). ....	58
Abbildung 4: Ganganalyse mittels Sensormatte (eigene Aufnahme).....	67
Abbildung 5: PowerChair (eigene Aufnahme).....	69
Abbildung 6: Messgerät zur isometrischen Handkraftmessung (eigene Aufnahme). ....	72
Abbildung 7: Isometrische Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur (eigene Aufnahme).....	73
Abbildung 8: Kumulierte Gehzeit pro 9 Stunden zu $T_1$ und $T_2$ mit $n = 65$ . ....	87
Abbildung 9: Kumulierte Gehzeit pro 9 Stunden zu $T_2$ und $T_{FU}$ mit $n = 39$ . ....	88
Abbildung 10: Uptime pro 9 Stunden zu $T_1$ und $T_2$ mit $n = 65$ . ....	91
Abbildung 11: Uptime pro 9 Stunden zu $T_2$ und $T_{FU}$ mit $n = 39$ . ....	92
Abbildung 12: Einteilung der $T_1/T_2$ -Completer ( $n = 65$ ) zum Zeitpunkt $T_1$ in drei gleichgroße Subgruppen. ....	93
Abbildung 13: Verlauf (Median) der kumulierten Gehzeit der drei Subgruppen über die drei Messzeitpunkte ( $T_1/T_2$ mit $n = 65$ ; $T_2/T_{FU}$ mit $n = 39$ ). ....	98
Abbildung 14: Verlauf (Median) der Uptime der drei Subgruppen über die drei Messzeitpunkte ( $T_1/T_2$ mit $n = 65$ ; $T_2/T_{FU}$ mit $n = 39$ ). ....	106
Abbildung 15: Effektstärke (nicht-standardisierter Regressionskoeffizient $\beta$ und Konfidenzintervall) der Arten der Therapieeinheiten auf die Aktivitäten $Geh_{kum}$ und Uptime zu den Messzeitpunkten $T_1$ und $T_2$ . ....	117
Abbildung 16: Effektstärke (nicht-standardisierter Regressionskoeffizient $\beta$ und Konfidenzintervall) der funktionellen Messverfahren auf die Aktivitäten $Geh_{kum}$ und Uptime zu den Messzeitpunkten $T_1$ und $T_2$ . ....	120
Abbildung 17: Effektstärke (nicht-standardisierter Regressionskoeffizient $\beta$ und Konfidenzintervall) der biomechanischen Messverfahren auf die Aktivitäten $Geh_{kum}$ und Uptime zu den Messzeitpunkten $T_1$ und $T_2$ . ....	123
Abbildung 18: Effektstärke (nicht-standardisierter Regressionskoeffizient $\beta$ und Konfidenzintervall) der fragebogenbasierten Parameter auf die Aktivitäten $Geh_{kum}$ und Uptime zu den Messzeitpunkten $T_1$ und $T_2$ . ....	124
Abbildung 19: $T_1/T_2$ -Vergleich der standardisierten Effektstärken für die Prädiktion der $Geh_{kum}$ . ....	126
Abbildung 20: $T_1/T_2$ -Vergleich der standardisierten Effektstärken für die Prädiktion der Uptime. ....	127
Abbildung 21: Vergleich der SRM der verschiedenen Messverfahren. ....	137

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Prozentuale Verteilung aller erfassten Hüftfrakturen (100 %) auf die Altersgruppen und auf das Geschlecht für das Jahr 2008 in Deutschland (Boy, Hahn, & Kociemba, 2008). .....	26
Tabelle 2: Assessments zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten. ....	78
Tabelle 3: Deskription und Prüfung auf Gruppenunterschiede zwischen T <sub>1</sub> /T <sub>2</sub> -Completern und T <sub>1</sub> /T <sub>2</sub> -Drop-Outs zum Messzeitpunkt T <sub>1</sub> . ....	84
Tabelle 4: Deskription und Prüfung auf Gruppenunterschiede zwischen Frauen und Männern zu T <sub>1</sub> . ....	85
Tabelle 5: Deskription und Prüfung auf Gruppenunterschiede zum Messzeitpunkt T <sub>2</sub> . ....	86
Tabelle 6: Deskription und Prüfung auf Gruppenunterschiede der Subgruppen zum Messzeitpunkt T <sub>1</sub> . ....	94
Tabelle 7: Verteilung der Frakturarten auf die Subgruppen. ....	95
Tabelle 8: Kumulierte Gehzeit pro 9 Stunden zu T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> nach Subgruppen. ....	96
Tabelle 9: Kumulierte Gehzeit pro 9 Stunden zu T <sub>2</sub> und T <sub>FU</sub> nach Subgruppen unterteilt. ....	97
Tabelle 10: Durchschnittliche Gehepisodenlänge der Subgruppen, (a) für T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> und (b) für T <sub>2</sub> und T <sub>FU</sub> . ....	99
Tabelle 11: Korrelationen nach Spearman zwischen der durchschnittlichen Länge der Gehepisoden und der kumulierten Gehzeit der Subgruppen zu den einzelnen Testzeitpunkten. ....	100
Tabelle 12: Längste Gehepisode der 9 Stunden Messung der Subgruppen, (a) für T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> und (b) für T <sub>2</sub> und T <sub>FU</sub> . ....	101
Tabelle 13: Anzahl der Gehepisoden pro 9 Stunden unterteilt nach Subgruppen, (a) für T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> und (b) für T <sub>2</sub> und T <sub>FU</sub> . ....	102
Tabelle 14: Korrelationen nach Spearman zwischen der Anzahl der Gehepisoden und der kumulierten Gehzeit der einzelnen Subgruppen zu den einzelnen Testzeitpunkten. ...	103
Tabelle 15: Uptime pro 9 Stunden zu T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> nach Subgruppen. ....	104
Tabelle 16: Uptime pro 9 Stunden zu T <sub>2</sub> und T <sub>FU</sub> nach Subgruppen unterteilt. ....	105
Tabelle 17: Korrelationen nach Spearman zwischen der körperlichen Aktivität (Geh <sub>kum</sub> und Uptime) und anthropometrischen Parametern, Komorbidität und Kognition mit n = 65. ....	108
Tabelle 18: Korrelationen nach Spearman zwischen der körperlichen Aktivität und der Anzahl der Therapieeinheiten mit n = 65. ....	109
Tabelle 19: Korrelationen nach Spearman zwischen Parameter der körperlichen Aktivität und ausgewählten funktionellen Parametern zu den Messzeitpunkten (a) T <sub>1</sub> und (b) T <sub>2</sub> . ....	111
Tabelle 20: Korrelationen nach Spearman zwischen Parameter der körperlichen Aktivität und ausgewählten biomechanischen Parametern der Aufstehbewegung zu den Messzeitpunkten T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> . ....	112
Tabelle 21: Korrelationen nach Spearman zwischen Parametern der körperlichen Aktivität und biomechanischen Parametern der Standsymmetrie und des Belastungsmaximums im Stand zu den Messzeitpunkten T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> . ....	113

Tabelle 22: Korrelationen nach Spearman zwischen Parameter der körperlichen Aktivität und biomechanischen Parametern der isometrischen Handkraftmessung bzw. der isometrischen Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur zu den Messzeitpunkten T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> .	114
Tabelle 23: Korrelationen nach Spearman zwischen Parametern der körperlichen Aktivität und ausgewählten fragebogenbasierten Parametern zu den Messzeitpunkten T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> mit n = 65.	115
Tabelle 24: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionen für die funktionellen Parameter zu den Messzeitpunkten T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> .	129
Tabelle 25: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionen für die biomechanischen Parameter zu den Messzeitpunkten T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> .	130
Tabelle 26: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionen für die fragebogenbasierten Parameter zu den Messzeitpunkten T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> .	131
Tabelle 27: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionen zu den Messzeitpunkten T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> .	132
Tabelle 28: Prädiktion der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt T <sub>FU</sub> durch die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt T <sub>2</sub> .	134
Tabelle 29: Prädiktion der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt T <sub>FU</sub> durch die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt T <sub>2</sub> getrennt nach Subgruppen.	135
Tabelle 30: Prädiktion der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt T <sub>FU</sub> durch die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt T <sub>2</sub> getrennt nach zu T <sub>2</sub> neu definierten Subgruppen.	136
Tabelle 31: Prozentualer Anteil der aufgetretenen Boden- bzw. Deckeneffekte der einzelnen Messmethoden bei n = 65.	139

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ADL	Aktivitäten des täglichen Lebens (activity of daily living)
B	Beta; Regressionskoeffizient (nur in Tabellen im Anhang)
Bel <sub>diff</sub>	maximale Belastungsdifferenz
BI	Barthel-Index
BK <sub>diff</sub>	rechts-links Differenz der Beinkraft
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CH	Schweiz
CI	Konfidenzintervall
CKI	Charlson Komorbiditätsindex
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
d. h.	das heißt
Epi <sub>anzahl</sub>	Anzahl der Gehepisoden
Epi <sub>länge</sub>	durchschnittliche Gehepisodenlänge
et al.	et aliter (lat.: und andere)
EQ	EuroQol
e.V.	eingetragener Verein
Fa.	Firma
FES-I	Falls Efficacy Scale-International
g	Gravitationskraft
g	Gramm
GA <sub>SSdiff</sub>	durchschnittliche Einzelstützphasendifferenz
GDS	Geriatric Depression Scale
Geh <sub>kum</sub>	kumulierte Gehzeit
Geh <sub>max</sub>	längste Gehepisode
GEK	Gmünder Ersatzkasse
ggf.	gegebenenfalls
Gg <sub>St</sub>	Gleichgewicht im Stand (funktionelle Messung)
HK <sub>diff</sub>	rechts-links Differenz der Handkraft
Hz	Hertz, Frequenz
ICD-10	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme
ICF	International Classification of Functioning, Disability and Health (World Health Organization)
ICIDH	International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps

Kap.	Kapitel
kg	Kilogramm
m	Meter
M	Mittelwert
Max	Maximum
med	Median
min	Minute
Min	Minimum
mm	Millimeter
mm/s	Millimeter pro Sekunde (Einheit der Geschwindigkeit)
mm <sup>2</sup> /s	Quadratmillimeter pro Sekunde (Einheit des Geschwindigkeitsmoments)
m/s	Meter pro Sekunde
MQA	mittlerer Quartilsabstand
n	Anzahl der Probanden
N	Newton
n. a.	nicht angegeben
Nm	Newtonmeter
n. s.	nicht signifikant
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PC <sub>diff</sub>	Differenz der Belastungsmaxima rechts-links
PC <sub>dyn</sub>	dynamische Aufstehzeit
PC <sub>Fmax</sub>	maximale Bodenreaktionskraft
PFF	proximale Femurfraktur, Oberschenkelhalsbruch
r	Korrelationskoeffizient
RMI	Rivermead Mobility-Index
s	Sekunde
S.	Seite
SD	Standardabweichung
SG1	Subgruppe 1
SG2	Subgruppe 2
SG3	Subgruppe 3
Sig.	Signifikanz
SOMC	Short Orientation Memory Concentration-Test
SPPB	Short Physical Performance Battery
Sym <sub>diff</sub>	Standdifferenz rechts-links
T <sub>1</sub>	Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme)
T <sub>2</sub>	Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T <sub>1</sub> )
Tab.	Tabelle
T <sub>FU</sub>	<i>Follow-Up</i> -Untersuchung (16 Wochen nach T <sub>1</sub> )
Th <sub>aktiv</sub>	aktive Therapieeinheit
Th <sub>passiv</sub>	passive Therapieeinheit

$T_{\text{gesamt}}$	Therapieeinheiten gesamt
TM	trade mark
TUG	Timed Up & Go-Test
u. a.	unter anderem
UK	United Kingdom
<i>Uptime</i>	kumulierte Zeit auf den Beinen
U.S.	United States
usw.	und so weiter
$V_{\text{hab}}$	habituelle (normale) Gehgeschwindigkeit
vgl.	vergleiche
vs.	versus
WHO	World Health Organization
WOMAC	Western Ontario and McMaster University (Fragebogen)
z. B.	zum Beispiel
$\beta$	Beta; Regressionskoeffizient
$\eta$	Eta; Assoziationsmaß intervall- vs. nominalskalierte Variablen
2MWT	Two-Minute-Walk-Test; Zwei-Minuten-Gehtest
5CR	Five-Chair-Rise-Test; Aufstehtest
%	Prozent
*	signifikant
°	Grad
°/s	Grad pro Sekunde (Einheit der Winkelgeschwindigkeit)
®	Registered Trademark

# Zusammenfassung

## Einleitung

Der Umfang der körperlichen Aktivität älterer Bevölkerungsschichten liegt zum Großteil weit unter den allgemeinen Aktivitätsempfehlungen, obwohl diese als Schlüsselfaktor für eine gute Lebensqualität und die Aufrechterhaltung der Selbständigkeit gilt. Im Fokus der Forschung standen bislang neben der breiten Bevölkerungsschicht vor allem ältere noch zuhause lebende Menschen. Der demographische Wandel wird verstärkt dazu führen, dass das Gesundheitssystem und die Pflegekassen durch die zunehmende Anzahl hochaltriger, gebrechlicher Personen finanziell stärker belastet werden. Eine Personengruppe, die besonders gefährdet ist, langfristig immobil zu werden, ist die Gruppe der Patienten nach proximaler Femurfraktur (PFF). Die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit sollen daher exemplarisch anhand dieser Personengruppe behandelt werden.

Vordringliches Ziel dieser Studie war die objektive Beschreibung und Bewertung der in der geriatrischen Rehabilitation mittels Sensor gemessenen körperlichen Aktivität und deren Verlauf bei Patienten nach PFF. Weitere Ziele waren die Ermittlung der Veränderungssensitivitäten inkl. Boden- und Deckeneffekte der angewandten Messverfahren und die Überprüfung möglicher Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität und der körperlichen Leistungsfähigkeit sowie psychosozialen Parameter.

## Methoden

Fünfundsechzig geriatrische Patienten nach PFF (Alter  $M = 82,54$  Jahre  $\pm 7,17$  SD) wurden zu Beginn der Rehabilitation ( $T_1$ ) und nach zwei Wochen ( $T_2$ ) untersucht. Neben der körperlichen Aktivität wurden funktionelle, biomechanische und fragebogenbasierte Parameter erhoben. Zusätzlich fand zu einem definierten Nachbeobachtungszeitraum (sechszehn Wochen nach  $T_1$ ;  $T_{FU}$ ) eine weitere sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität statt.

## Ergebnisse

Die körperliche Aktivität erhöhte sich während und nach der Rehabilitation für die Gesamtgruppe signifikant.

Es konnten moderate Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität und vor allem funktionellen und fragebogenbasierten Parametern (wie z. B. Alltagsfunktion oder Mobilität) aufgezeigt werden.

Die Generierung eines Prädiktionsmodells zur Erklärung der körperlichen Aktivität innerhalb der Rehabilitation war mit 55 % erklärter Varianz nur in Teilen möglich. Eine Prädiktion der körperlichen Aktivität war zum Nachbeobachtungszeitpunkt für die Gesamtgruppe ebenfalls nur teilweise möglich (erklärte Varianz 22 %).

Die Messung der körperlichen Aktivität erwies sich als veränderungssensitiv. Es konnten keine Boden- oder Deckeneffekte aufgezeigt werden.

### **Schlussfolgerung**

Die Messung der körperlichen Aktivität war in dem untersuchten Kollektiv gut durchführbar. Die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität stellt eine gute Möglichkeit dar, um in Ergänzung zur Funktion und physischen Kapazität einen Teilaspekt des ICF-Bereichs Partizipation quantitativ abzubilden. Die gefundenen Ergebnisse könnten künftig helfen, die Therapieplanung und -evaluation zu optimieren, um dadurch das rehabilitative *Outcome* im Sinne einer Reduktion des Immobilitätsrisikos und Teilhabeverlustes zu verbessern und damit zu einer Entlastung des Gesundheits- und Versorgungssysteme beizutragen.

Weitere Studien sind nötig um die Übertragbarkeit dieser Schlussfolgerungen für andere geriatrische Fallgruppen zu überprüfen.

# Abstract

## Introduction

The daily amount of physical activity among the elderly is mostly far below the general recommendations, although it has been identified as a key factor for quality of life and independent living. Beside the general population, research focuses mainly on community dwelling older adults up to now. The demographic change and its increase of frail older adults will yield higher costs for the health care system and also for the health insurance companies. A group of persons that is highly imperiled for long-term immobility is a group of patients after proximal femur fracture (PFF). Therefore, the objectives of this thesis will exemplarily focus on this group of persons.

The main aim of the study was both the objective description and evaluation of the physical activity of PFF patients measured by an activity sensor during geriatric rehabilitation and its course. Further aims of the study were the description of the sensitivity to change with floor and ceiling effects of the used measurements, and also the detection of potential association between physical activity and physical performance, as well as psycho-social parameters.

## Methods

Sixty-five geriatric PFF patients (age  $M = 82.54$  years  $\pm 7.17$  SD) were assessed at the beginning of the rehabilitation ( $T_1$ ) as well as two weeks after admission ( $T_2$ ). Besides the recording of physical activity, functional, biomechanical, and questionnaire-based parameters were also assessed. An additional sensor-based activity measurement was done at a defined follow-up (sixteen weeks after  $T_1$ ;  $T_{FU}$ ).

## Results

Concerning the entire sample, the physical activity increased significantly during and after the rehabilitation stay.

Moderate associations were found between physical activity and functional as well as questionnaire-based parameters (e.g. activity of daily living or mobility).

To generate a model for prediction to explain the physical activity during rehabilitation was only partly possible with 55 % of explained variance. A prediction of physical activity at the follow up was also only partly possible for the entire group of patients (explained variance: 22 %).

The sensor based measurement of physical activity proved to be sensitive to change. There were no floor or ceiling effects.

### **Conclusion**

The measurement of physical activity was feasible within the investigated sample. As an addition to motor function and physical capacity, the sensor-based measurement of physical activity seems to be good option to quantify also a part-aspect of the ICF participation.

The results may help to optimize therapy planning and evaluation to improve the rehabilitation outcome in terms of a reduction of the immobility risk, as well as loss of participation to disburden the health care and supply system.

Further studies are needed to investigate the transferability of these conclusions to other case groups of geriatric patients.



## 1 Einleitung

Sich im Alter ausgewogen körperlich zu bewegen, hat nachweislich zahlreiche günstige Einflüsse auf den allgemeinen Gesundheitszustand und die Lebensqualität (Manini et al., 2006; Sorock et al., 1988; Warburton, Nicol, & Bredin, 2006). Ein ausreichendes Maß an körperlicher Aktivität kann im Alter die Lebenszeit verlängern und dabei helfen, die körperlichen Funktionen aufrechtzuerhalten (LaCroix, Guralnik, Berkman, Wallace, & Satterfield, 1993; Simonsick et al., 1993). Auch stellt sie eine Schlüsselvariable in Präventions- und Rehabilitationsbemühungen bei chronischen Krankheitsleiden älterer Menschen sowie dem altersbedingten Funktionsverlust dar (Lamb, Jorstad-Stein, Hauer, & Becker, 2005). Die nachweislich positiven Auswirkungen der körperlichen Aktivität auf die Gesundheit bzw. die Mobilität im Alter haben durch ihre Bedeutung das Interesse der Altersforschung für dieses Thema geweckt. Der demographische Wandel und die damit einhergehende Überalterung der Bevölkerung mit ihren unmittelbaren Auswirkungen auf die sozialen, wirtschaftlichen und politischen Strukturen befördern sicherlich dieses Interesse, zumal das Sozialwesen, und hier insbesondere die Kranken- und Pflegekassen, durch die beständig wachsende Morbiditätsrate stark unter Druck gerät.

Als allgemeines Ziel von Forschungsbemühungen kann die Erfassung und Analyse der körperlichen Aktivität älterer Menschen formuliert werden. Basierend auf den daraus resultierenden Erkenntnissen lassen sich Empfehlungen erarbeiten, wie einem Funktionsverlust rechtzeitig entgegengewirkt werden kann und somit die Selbständigkeit im höheren Alter aufrechterhalten und gefördert wird. Im Blickfeld dieser Forschungsbemühungen steht zumeist die breite Bevölkerung, speziell aber noch zuhause lebende ältere Menschen. Das vordringliche Ziel besteht hierbei darin, die Lebensqualität zu steigern oder die Selbständigkeit in den eigenen vier Wänden möglichst lange aufrechterhalten zu können. Einer besonders großen Gefahr, durch einen Funktionsverlust diese Selbständigkeit zu verlieren, sind ältere Menschen dann ausgesetzt, wenn sie neben dem

physiologischen Altern akute oder chronische Gesundheitseinbußen erleiden, die in ihrer Summe in eine geriatritypische Multimorbidität münden und den älteren Menschen zu einem geriatrischen Patienten werden lassen. Genau diese Fallgruppen sind bis dato nur unzureichend Gegenstand von Forschungsbemühungen.

Um einem krankheitsbedingten Funktionsverlust entgegenzuwirken, sind für geriatrische Patienten angemessene Behandlungsformen bzw. eine Rehabilitation unabdingbar. Das vordringliche Ziel in der Behandlung liegt darin, die Rückkehr ins häusliche Umfeld zu gewährleisten (Smith, Galea, Woodward, Said, & Dorevitch, 2008). Die Prävention eines Funktionsverlustes sowie die Erhöhung der Teilhabechancen stehen an oberster Stelle. Der körperlichen Aktivität wird hierbei eine wesentliche Rolle zuteil, v. a. um nachhaltige Rehabilitationserfolge erzielen zu können und gleichsam durch eine Reduzierung der Folgekosten das Gesundheitssystem zu entlasten.

Bis zum heutigen Zeitpunkt wird die körperliche Aktivität in geriatrischen Rehabilitationseinrichtungen kaum oder nur mit unzureichenden Methoden erfasst, obwohl sie als elementarer Teil der Partizipation innerhalb der *International Classification of Functioning, Disability and Health* (ICF) gesehen werden kann. Die in der geriatrischen Rehabilitation üblichen Untersuchungsmethoden beschränken sich zumeist auf die Ebene der Funktion oder der Kapazität. Darüber hinaus ist die Datenlage zur Erhebung von Partizipation oder Aktivität für geriatrische Patienten bis dato sehr eingeschränkt (Patterson, Blair, Currie, & Reid, 2005).

Eine objektive Methode, die körperliche Aktivität und somit auch einen Aspekt der Partizipation zu erfassen, stellt das sog. Aktivitätsmonitoring mittels am Körper getragener Sensortechnologie dar (Najafi et al., 2003). Solche Sensoren können über einen längeren Zeitraum die normalen bewegungsbezogenen Verhaltensweisen einer Person erfassen.

Proximale Femurfrakturen (PFF) belasten finanziell das Gesundheitssystem besonders stark, da sie neben einer hohen Mortalität sehr häufig signifikante und oftmals langfristige körperliche Beeinträchtigungen bzw. Behinderungen

verursachen (Magaziner et al., 2000). Vor diesem Hintergrund sollen die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit exemplarisch an dieser Fallgruppe überprüft werden.

Aufgrund der bisher vorliegenden, kaum verwertbaren Datenlage und der ebenso bis dato geringen Forschungsbemühungen in dem genannten Kontext sollen erste Fragestellungen nachfolgend exploratorisch bearbeitet werden.

Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt dabei auf der Beschreibung und Beurteilung der körperlichen Aktivität sowie deren Verlauf bei Patienten nach PFF während einer geriatrischen Rehabilitation und zu einem Nachbeobachtungszeitpunkt. Weiterhin soll herausgefunden werden, mit welchen Parametern die körperliche Aktivität innerhalb der Rehabilitation zusammenhängt und ob sich diese Zusammenhänge im Laufe der Rehabilitation verändern. Zudem soll untersucht werden, ob die körperliche Aktivität durch bereits bestehende Messverfahren (Funktion und Kapazität) zu einem gewissen Teil erklärt bzw. abgeleitet werden kann. Eine weitere Frage besteht darin, ob von der körperlichen Aktivität, die innerhalb der Rehabilitation gemessen wurde, auf die körperliche Aktivität zu einem Nachbeobachtungszeitpunkt geschlossen werden kann. Zuletzt interessiert, wie veränderungssensitiv und wie anfällig die körperliche Aktivität für Boden-/Deckeneffekte im Vergleich zu anderen durchgeführten Messverfahren ist.

Aus Gründen der sprachlichen Vereinfachung wird im folgenden Text auf eine separate Nennung von Patientinnen/Patienten und Probandinnen/Probanden verzichtet. Beide Geschlechter sind unter dem allgemeinen Begriff „Patient“ bzw. „Proband“ zusammengefasst.



## 2 Problemfeld

Zu Beginn dieses Kapitels werden zunächst die theoretischen Grundlagen zur Einordnung der Thematik der Studie in ihren Gesamtkontext dargestellt (Kap. 2.1 und 2.2). Nach einem Überblick zum Stand der Forschung (Kap. 2.3) folgt eine Zusammenstellung der bereits bestehenden Studien zum Thema dieser Arbeit (Kap. 2.4). Im Anschluss steht die Formulierung der Fragestellungen dieser Arbeit im Fokus (Kap. 2.5).

### 2.1 Körperliche Aktivität: allgemeine Definition und gesundheitliche Bedeutung

Die WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) definiert den Begriff „körperliche Aktivität“ als jede körperliche Bewegung, die durch die Skelettmuskulatur produziert wird und dabei den Energieverbrauch über den normalen Grundumsatz ansteigen lässt (World Health Organization, 2011). Die so definierte körperliche Aktivität ist quasi die Summe aller Bewegungen, die während eines gesamten Tages durch berufliche Tätigkeiten, Haus- oder Gartenarbeit, Sport, diverse Freizeitaktivitäten oder nur durch die Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) entstehen (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985).

Die „körperliche Inaktivität“, als Gegenteil der körperlichen Aktivität, gilt allgemein als unabhängiger Risikofaktor für das Auftreten gesundheitlicher Probleme. Vor allem in den Industrieländern wird durch den technologischen Fortschritt, der in zunehmendem Maße Einzug in unseren Alltag hält, die Notwendigkeit der körperlichen Aktivität immer geringer (Bijnen, Caspersen, & Mosterd, 1994). Im Beruf wird die körperliche Aktivität häufig durch hochtechnisierte Maschinen abgelöst; im Alltag wird der Weg zur Arbeit oder zum Einkaufen überwiegend mit dem Auto zurückgelegt und auch die „Erledigungen im Dorf“ verlieren durch zunehmende Onlineangebote, z. B. der Banken oder Poststellen, an Bedeutung.

Laut eines Empfehlungsschreibens der WHO (2010) belegt die körperliche Inaktivität Platz 4 auf der Rangliste der Risikofaktoren, die eine frühzeitige Mortalität begünstigen. Weltweit sind sechs Prozent aller Todesfälle auf eine unzureichende körperliche Aktivität zurückzuführen.

Wissenschaftliche Studien konnten vielfach einen positiven Effekt der körperlichen Aktivität auf das Mortalitätsrisiko, die Entwicklung koronarer Herzerkrankungen, kardiovaskulärer Erkrankungen, Schlaganfall, Diabetes mellitus, Osteoporose, Darmkrebs oder auch Angst, Depression, Lebensqualität und Sturzrisiko nachweisen (u. a. Andersen, Schnohr, Schroll, & Hein, 2000; Bijnen et al., 1994; Blair, Cheng, & Holder, 2001; Buchner, 2009; Campbell, Borrie, & Spears, 1989; Chipperfield, 2008a; Franco et al., 2005; Kaplan, Seeman, Cohen, Knudsen, & Guralnik, 1987; Kesaniemi et al., 2001; Lee, Sesso, Oguma, & Paffenbarger, Jr., 2004; Paterson & Warburton, 2010; Powell, Thompson, Caspersen, & Kendrick, 1987; Salguero, Martinez-Garcia, Molinero, & Marquez, 2010; Smith & Raab, 1986; Sorock et al., 1988; Teychenne, Ball, & Salmon, 2008). Allgemein gilt die körperliche Aktivität als entscheidender Faktor in der Ätiologie, der Prävention und der Behandlung von unterschiedlichsten chronischen Erkrankungen (Bouten, 1995).

Forscher mit unterschiedlichen Betrachtungsweisen aus den verschiedensten Disziplinen beschäftigen sich bereits jahrzehntelang mit den Auswirkungen der körperlichen Aktivität auf die Gesundheit des Menschen. Obwohl vielfach Empfehlungen bezüglich des Umfangs oder der Güte der körperlichen Aktivität ausgesprochen wurden, sind diese nur für einen gewissen Teil der Population gültig (u. a. Burns, 1996; Fletcher et al., 1996; Hirvensalo, Heikkinen, Lintunen, & Rantanen, 2005; Jordan, Jurca, Locke, Church, & Blair, 2005; Nelson et al., 2007; Pate et al., 1995; U.S.Department of Health and Human Services, 2008; World Health Organization, 2010). Im Blickfeld stehen vor allem Kinder und Jugendliche, Erwachsene und selbständig lebende ältere Menschen. Gerade für die zuletzt genannte Gruppe scheint die körperliche Aktivität ein entscheidender Faktor im Rahmen von Präventionsbemühungen zu sein. Studien konnten zeigen, dass die

körperliche Aktivität mit zunehmendem Alter nachlässt (Bijnen, Feskens, Caspersen, Mosterd, & Kromhout, 1998; Chipperfield, 2008a). Dies wirkt sich anfangs vor allem auf den Bereich der Freizeitaktivitäten, später auf den Bereich der Haushaltsaktivitäten aus (Bijnen et al., 1998; Yusuf et al., 1996). Doch durch gezielte Erhöhung der körperlichen Aktivität können auch Hochaltrige dem Rückgang in beiden Bereichen und somit der Entwicklung von chronischen Erkrankungen im Alter und deren Folgen entgegenwirken (Stessman, Hammerman-Rozenberg, Cohen, Ein-Mor, & Jacobs, 2009). Mobilität, subjektive Gesundheit und emotionales Wohlbefinden durch körperliche Aktivität erhöhen nachweislich die Lebenserwartung und wirken sich positiv auf die Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit älterer Menschen aus. Sowohl die WHO (2010) als auch das U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (2008) schlagen in ihren Empfehlungspapieren für ältere Menschen körperliche Aktivität in Form eines moderaten Ausdauertrainings (z. B. Walking, Spaziergehen usw.) von mindestens 30 Minuten an möglichst allen Tagen der Woche vor. Weiterhin sollten auch andere Bereiche wie Balance- und Krafttraining, ggf. auch individuelle therapeutische Übungen, nicht vernachlässigt werden. Diese Empfehlungen zielen jedoch auf eine breite Masse ab und sind daher eher allgemein gehalten.

Bestimmte, nicht zu vernachlässigende Fallgruppen, wie z. B. geriatrische Patienten, die sich in Rehabilitationseinrichtungen befinden, standen bislang kaum im Fokus der Forschung. Aber auch bei dieser Fallgruppe stellt die körperliche Aktivität eine Schlüsselvariable im Rahmen der Rehabilitation dar (u. a. bezüglich Sturzprävention; Lamb et al., 2005). Eine pathologische, psychologische (z. B. durch Sturzangst) oder durch ein Akutereignis hervorgerufene schlagartige Abnahme der körperlichen Aktivität kann zu einer Reduktion der Muskelkraft, zu Einschränkungen in der Gelenkbeweglichkeit und zu kardio-respiratorischen Einschränkungen führen, was enorme, langfristige Auswirkungen auf die Selbständigkeit dieser geriatrischen Patienten mit sich bringen kann (Zijlstra & Aminian, 2007).

Bedingt durch den demographischen Wandel müssen immer mehr hochaltrige, multimorbide Menschen angemessen versorgt werden. Die künftigen Entwicklungen werden zunehmend eine sehr große Belastung für das Gesundheitssystem darstellen. Aufgrund der begrenzt zur Verfügung stehenden Ressourcen muss es Ziel im Sinne einer transparenten und objektiven Ressourcenallokation sein, die Morbiditätsrate älterer Menschen zu verringern bzw. die Regenerierung nach Akutereignissen, wie z. B. nach Schlaganfall oder Hüftfraktur, zu beschleunigen und zu optimieren, um Folgekosten gering halten zu können. Hieraus leitet sich eine Notwendigkeit ab, diese Zielgruppen verstärkt in den Fokus, vor allem klinischer Untersuchungen, zu nehmen.

### **2.2 Die geriatrische Rehabilitation**

Die geriatrische Rehabilitation wird definiert als eine “[...] evaluative, diagnostic, and therapeutic intervention whose purpose is to restore functional ability or enhance residual functional capability in elderly people with disabling impairments” (Boston Working Group, 1997, S. JS4). Aufgrund des demographischen Wandels, der damit einhergehenden Zunahme älterer gebrechlicher Personen (vor allem der über 80-Jährigen) und des erfolgreichen medizinischen Fortschritts in der Akutbehandlung Hochaltriger, welcher jedoch eine Zunahme der Fallschwere mit sich bringt, steigt der Bedarf einer geriatrisch-rehabilitativen Versorgung. In den nächsten zehn Jahren wird ein Zuwachs an rehabilitationsbedürftigen Personen um knapp 30 % erwartet (Bundesverband Geriatrie e.V., 2010).

Die Rehabilitation von älteren Menschen unterscheidet sich in mehreren Faktoren von der junger Personen bzw. Erwachsener. Ein wichtiger Faktor ist hier das Vorhandensein von Begleiterkrankungen, bzw. das Vorliegen von Multimorbidität. Der Behandlung liegt, aufgrund einer Multikausalität der Erkrankungen, eine interdisziplinäre Betrachtung zugrunde (Wells, Seabrook, Stolee, Borrie, & Knoefel, 2003). Das interdisziplinäre Hauptziel der geriatrischen Rehabilitation ist es, den Funktionsstatus multimorbider

Patienten so zu verbessern bzw. zu optimieren, dass diese anschließend wieder in ihr gewohntes häusliches Umfeld entlassen werden können (Smith et al., 2008). Nach Akutereignissen, wie zum Beispiel einer Hüftfraktur, wird als Optimum die Wiederherstellung der Mobilität (vor allem der Gehfähigkeit) und der Belastbarkeit des Patienten auf das präoperative Aktivitätsniveau angestrebt. Ein weiteres Ziel, neben der Rehabilitation, ist die Prävention von alters- und krankheitsassoziierten Beeinträchtigungen. Für beide Bereiche steht eine Verbesserung der Teilhabechancen (Partizipation), der Lebensqualität sowie der Selbständigkeit an oberster Stelle (Becker, Koczy, & Matzke, 2010).

Einen großen Anteil der geriatrischen Patienten nehmen, neben Patienten nach einem Schlaganfall, Patienten nach einer Hüftfraktur ein. Diese zählt zu den häufigsten, schwerwiegendsten und kostenintensivsten Erkrankungen älterer Menschen, die in den meisten Fällen dauerhafte Einschränkungen in der Mobilität und Schwierigkeiten in der Durchführung der ADLs nach sich ziehen (Norton, Butler, Robinson, Lee-Joe, & Campbell, 2000). Durch den demographischen Wandel werden die Anzahl der Patienten nach Hüftfraktur und somit auch die Summe der dadurch entstehenden Behandlungs- und Folgekosten weiter ansteigen. Dies zeigt die Notwendigkeit auf, sich künftig noch intensiver mit dieser Fallgruppe zu beschäftigen.

### **2.2.1 Proximale Femurfrakturen**

#### **Definition**

Ganz allgemein versteht man unter einer proximalen Femurfraktur (PFF) eine hüftgelenksnahe Fraktur des Oberschenkelknochens (Femur). Je nach Lokalisation muss zwischen verschiedenen Frakturtypen unterschieden werden. In dieser Studie werden Schenkelhalsfrakturen, pertrochantäre sowie subtrochantäre Oberschenkelfrakturen unter dem Begriff der proximalen Femurfraktur zusammengefasst. Die Begriffe proximale Femurfraktur und Hüftfraktur werden synonym verwendet.

### Sturz als Ursache

Als Folge von Stürzen gehören PFF für Menschen oberhalb des 65. Lebensjahres zu den führenden Morbiditäts- und Mortalitätsursachen (Davis, 1995). Untersuchungen haben aufgezeigt, dass ca. 30-35 % der über 65-Jährigen mindestens einmal pro Jahr stürzen. Die Hälfte dieser Personen stürzt sogar häufiger. Bei Personen über 80 Jahre steigt die Sturzrate derjenigen, die mindestens einmal pro Jahr stürzen auf über 40 % an, bei den über 90-Jährigen sogar auf über 55 % (Blake et al., 1988; Campbell, Reinken, Allan, & Martinez, 1981; Campbell et al., 1989; Tinetti, Speechley, & Ginter, 1988). Eine prozentuale Verteilung aller im Jahr 2008 erfassten Hüftfrakturen auf die unterschiedlichen Altersgruppen ist in Tabelle 1 dargestellt.

*Tabelle 1: Prozentuale Verteilung aller erfassten Hüftfrakturen (100 %) auf die Altersgruppen und auf das Geschlecht für das Jahr 2008 in Deutschland (Boy, Hahn, & Kociemba, 2008).*

<b>Altersgruppen</b>	<b>Prozentualer Anteil 2008</b>
< 40 Jahre	0,6 %
40-59 Jahre	5,7 %
60-79 Jahre	31,5 %
80-89 Jahre	47,3 %
≥ 90 Jahre	14,9 %
<b>Geschlecht</b>	
Männlich	26,8 %
Weiblich	73,2 %

Mit zunehmendem Alter nimmt das Risiko einer sturzbedingten Verletzung stark zu. Abhängig vom Alter müssen die Folgen eines Sturzes in ca. 20 bis 40 % der Fälle medizinisch behandelt werden (Kannus, Sievanen, Palvanen, Jarvinen, & Parkkari, 2005; Sattin et al., 1990). Ca. 5 % aller Stürze führen zu Knochenbrüchen, wovon allein ca. 2-3 %, je nach Literaturangabe, eine PFF verursachen (Kannus et al., 2005; Tideiksaar, 2000).

### Inzidenz

Hüftgelenknahe Oberschenkelfrakturen gehören zu den häufigsten sturzbedingten Verletzungen im Alter. Bisherige Daten einer bundesweiten

Krankenkasse<sup>1</sup> ließen eine hochgerechnete Inzidenz von ca. 122 pro 100.000 Einwohner vermuten (Hoffmann & Glaeske, 2006). Laut neueren Analysen von ICKS, HAASTERT, WILDNER, BECKER und MEYER (2008) auf der Basis von Krankenhausdiagnosestatistiken aus dem gleichen Jahr müssen die Angaben zur Häufigkeit von Hüftfrakturen in Deutschland jedoch auf 141 pro 100.000 Einwohner (entspricht annähernd 116.000 Hüftfrakturen) revidiert werden. Zählt man zusätzlich die Hüftfrakturen hinzu, die als zweite Fraktur gleicher Art pro Patient innerhalb eines Jahres registriert wurden, so steigt die Zahl auf mehr als 130.000 Hüftfrakturen pro Jahr an. Aufgrund der bundesweiten Altersentwicklung (Bundesministerium für Familie, 2001; Birg, 2002) kann eine jährliche Zunahme der Hüftfrakturinzidenz von ca. 1 % erwartet werden (Icks, 2007; Icks, Haastert, Wildner, Becker, & Meyer, 2008). Am stärksten sind hierbei die älteren Bevölkerungsgruppen betroffen. Studien von BERGSTRÖM et al. (2009) und KANNUS, PARKKARI, & NIEMI (1995) haben anschaulich dargelegt, dass die Summe der PFF mit zunehmendem Alter exponentiell ansteigt.

### **Folgen von Hüftfrakturen**

Hüftfrakturen in höherem Alter ziehen oftmals schwerste körperliche Einschränkungen nach sich oder verlaufen sogar tödlich (Baker & Harvey, 1985; Kannus et al., 1999; Tideiksaar, 2000). So bleibt bei ca. 60 % der Gestürzten eine dauerhafte Einschränkung der Mobilität zurück, ca. 25 % sind im Anschluss an eine Hüftfraktur langfristig auf eine Gehhilfe oder sogar auf personelle Hilfe angewiesen (Marottoli, Berkman, & Cooney, Jr., 1992; Davis, 1995). Circa 14 % der Betroffenen befinden sich ein Jahr nach dem Ereignis immer noch stationär in einer Pflegeeinrichtung (U.S.Congress, 1994).

---

<sup>1</sup> Als Datenbasis diente die Gesetzliche Krankenversicherung Gmünder Ersatzkasse (GEK). Erfasst wurden alle Personen, die im Jahr 2004 mit der Hauptdiagnose einer proximalen Femurfraktur (ICD-10: S72.0-S72.2) stationär behandelt wurden.

### **Letalität nach Hüftfraktur**

Das Letalitätsrisiko älterer Menschen ist nach einer Hüftfraktur allgemein sehr hoch. Zwei bis vier Prozent der Betroffenen versterben bereits im Krankenhaus (U.S.Congress, 1994; Statistisches Bundesamt, 2008). Innerhalb des ersten Jahres steigt die Letalitätsrate, je nach Literaturstelle, auf 20 – 50 % an. Die höchste Sterblichkeitsrate tritt hierbei bei Personen jenseits des 80. Lebensjahres auf (Jensen & Tondevold, 1979; Keene, Parker, & Pryor, 1993; Cummings & Melton, 2002). Neben einem hohen Alter wirken sich ein männliches Geschlecht und Komorbidität zusätzlich negativ auf das Letalitätsrisiko aus (Boy et al., 2008; Kannus et al., 1999; Myers et al., 1991; U.S.Congress, 1994).

### **Behandlungskosten**

Die operative Versorgung von PFF und die anschließende Behandlung stellen eine hohe Kostenbelastung für die Gesundheitssysteme und somit für die Gesellschaft dar. Laut GESUNDHEITSBERICHTERSTATTUNG DES BUNDES (2010) wurde von 2002 bis 2006 eine Kostenzunahme um 15 % für das gesamte deutsche Bundesgebiet errechnet. 2008 wurden 2,77 Milliarden Euro als direkte Kosten (Krankenhausversorgung, stationäre Rehabilitation usw.) von Hüftfrakturen angegeben. Hinzu kommen indirekte Kosten für anschließend anfallende ambulante Rehabilitationsmaßnahmen und Pflege. Im Hinblick auf die weiter ansteigende Inzidenzrate werden diese Kosten nach wie vor ansteigen. Prognosen für das Jahr 2030 sagen einen Anstieg der direkten Kosten auf 3,85 Milliarden Euro voraus (Weyler & Gandjour, 2007).

### **Rehabilitative Nachversorgung**

Aufgrund der Schwere der Folgen eines Sturzes nimmt die rehabilitative Nachbehandlung eine entscheidende Rolle für die Genesung und Erhaltung der Selbständigkeit der Patienten ein. Trotz einer stark ausgeprägten Heterogenität der Patienten in Alter, Funktionsstatus und Kognition (Penrod et al., 2007) ist das Hauptziel der Rehabilitation bei allen Patienten nach Hüftfrakturen die Wiedererlangung des Funktionszustandes vor dem Akutereignis. Wesentlicher Inhalt der geriatrischen Rehabilitation von

Hüftfrakturpatienten ist die Verbesserung der Gehfähigkeit über die Verbesserung von Kraft, Gleichgewicht, allgemeiner Mobilität, Flexibilität und Ausdauer, vor allem im Sinne einer Verbesserung der Selbstversorgungsfähigkeit und Partizipationsfähigkeit. In einem Review konnten HALBERT ET AL. (2007) vielfach einen positiven Effekt einer multidisziplinären Rehabilitation nachweisen. Weiterhin konnte die Überlegenheit einer geriatrischen Rehabilitation gegenüber einer konventionellen Behandlung gezeigt werden (Bachmann et al., 2010).

### **2.2.2 Verlaufs- und Erfolgsbeurteilung in der geriatrischen Rehabilitation und die Problematik der derzeitigen Assessments**

In der zuvor genannten 2010 veröffentlichten Meta-Analyse von BACHMANN ET AL. konnte ein positiver Effekt der geriatrischen Rehabilitation auf bestimmte *Outcomes*, wie z. B. die Funktionsfähigkeit, die Entlassung in ein Pflegeheim oder die Sterblichkeitsrate nachgewiesen werden. Zur Beurteilung dieser Effektivität bedarf es valider, reliabler und objektiver Erhebungsmethoden. Betrachtet man ganz allgemein die geriatrische Rehabilitation, so kommen unterschiedliche Assessments, abhängig vom Krankheitsbild des Patienten, zum Einsatz. Zu Beginn der Rehabilitation werden zumeist Screeningtests durchgeführt, damit ein möglichst umfassendes klinisches Bild des zu behandelnden Patienten für die nachfolgende Rehabilitation genutzt werden kann. Hierzu gehören Messmethoden zur Einschätzung der Kognition (z. B. Cockrell & Folstein, 1988; Kalbe et al., 2004), der Depression (Yesavage et al., 1982), sensorischer Funktionen (Sehtest, Hörtest), einer Dekubitusgefährdung (z. B. Bergstrom, Braden, Laguzza, & Holman, 1987), einer Inkontinenz (z. B. Shumaker, Wyman, Uebersax, McClish, & Fantl, 1994), einer Fehl- oder Mangelernährung (z. B. Rubenstein, Harker, Salva, Guigoz, & Vellas, 2001) sowie einer Sturzgefährdung (z. B. Oliver, Britton, Seed, Martin, & Hopper, 1997). Diese allgemeinen Screeningtests werden durch pflegerische und therapeutische Assessments ergänzt, um zum einen eine Dokumentation des Verlaufs, im Sinne einer Prozessqualität, und zum anderen eine

Dokumentation der Ergebnisse, im Sinne einer Ergebnisqualität, sicherstellen zu können. Hierzu werden die Messungen jeweils zu Beginn und am Ende der Rehabilitation durchgeführt (vereinzelt auch zwischendurch). Zu den bewährten pflegerischen Assessments gehören z. B. der Barthel-Index (Mahoney & Barthel, 1965) und, jedoch seltener, der FIM-Score (Keith, Granger, Hamilton, & Sherwin, 1987). Beide Instrumente dienen der Feststellung der Selbstversorgungsfähigkeit des Patienten in den Aktivitäten des täglichen Lebens. Als physiotherapeutische Assessments kommen vor allem Tests wie die maximale oder habituelle Gehgeschwindigkeit auf 10 Meter, die Standsicherheit (modifizierter Rombergtest), die benötigte Zeit für ein fünfmaliges Aufstehen und Hinsetzen von einem Stuhl (Einzelkomponenten der Short Physical Performance Battery; SPPB; Guralnik et al., 1994), der Timed Up & Go-Test (TUG; Podsiadlo & Richardson, 1991) sowie der Tinetti-Test (Tinetti, 1986) zum Einsatz. Die genannten Assessments werden weiterhin durch ergotherapeutische und logopädische Assessments ergänzt. Auf diese soll in dieser Arbeit jedoch nicht weiter eingegangen werden.

In allen geriatrischen Rehabilitationseinrichtungen werden die genannten Assessments in ähnlicher Form durchgeführt. Häufig wurden die aufgeführten Assessments jedoch nicht speziell für die Anwendung in der geriatrischen Rehabilitation entwickelt. Die Aussagen zur Anwendbarkeit und die Gütekriterien dieser Tests beziehen sich ursprünglich auf andere Settings, z. B. zuhause lebende ältere Menschen. Um eine verlässliche Dokumentation erstellen zu können, sollten die Testverfahren, die in der geriatrischen Rehabilitation zum Einsatz kommen, jedoch den Gütekriterien entsprechen. Sie müssen ebenfalls für dieses Kollektiv valide, reliabel und objektiv sein. Studien haben gezeigt, dass vor allem die Interrater-Reliabilität und die Objektivität ein Problem in der klinischen Routine darstellen (z. B. Sainsbury, Seebass, Bansal, & Young, 2005; Rockwood, Awalt, Carver, & MacKnight, 2000). Diese Tatsachen trieben in den vergangenen Jahren vor allem die Entwicklung von biomechanischen Messverfahren (z. B. Ganganalysematte, Kraftmessplatten, Posturographie usw.) voran. Sie sind valide, reliabel, objektiv und veränderungssensitiv, da

sie sehr exakt messen können (u. a. Bilney, Morris, & Webster, 2003; Lindemann et al., 2003). Nachteile der biomechanischen Verfahren sind die hohen Anschaffungskosten und die lokale Gebundenheit. Zusätzlich bedarf es eines erhöhten Schulungsaufwands, um diese bedienen und die Ergebnisse korrekt interpretieren zu können. Aus diesen Gründen haben sich bisher die biomechanischen Messverfahren im klinischen Alltag noch nicht flächendeckend durchsetzen können.

Ein weiterer Kritikpunkt besteht hinsichtlich der Durchführbarkeit der ausgewählten funktionellen Assessments. Die in der geriatrischen Rehabilitation zum Einsatz kommenden Assessments sollten bei möglichst allen Patienten zu allen Messzeitpunkten durchführbar sein, so dass eine intraindividuelle Verlaufs- und Ergebniskontrolle stattfinden kann. Die bereits erwähnte Zunahme der Fallschwere geriatrischer Patienten führt dazu, dass gängige Assessmentverfahren gerade zu Beginn der Rehabilitation oftmals nicht durchgeführt werden können. Die genutzten Messverfahren sind häufig anfällig für sogenannte Boden- bzw. Deckeneffekte oder können sehr kleine Veränderungen nur schwer erfassen (Jarnlo, 2003). Bodeneffekte entstehen zum Beispiel, wenn die Testperson nicht in der Lage ist, den Test durchzuführen (z. B. TUG, der oftmals initial nicht durchgeführt werden kann). Durch die zunehmende Fallschwere der zu behandelnden Patienten wird dieser Effekt in den kommenden Jahren eher noch weiter ansteigen. Deckeneffekte hingegen entstehen, wenn rasch ein Maximalscore erreicht wird und dadurch weitere Leistungssteigerungen nicht mehr abgebildet werden können (z. B. Barthel-Index; Deppermann, Friedrich, Herth, & Huber, 2008). Boden- und Deckeneffekte können somit die getreue Abbildung des Rehabilitations- bzw. Therapieverlaufs beeinträchtigen, da sie einen Informationsverlust der zu messenden Domäne implizieren.

Hieraus abgeleitet, muss auch die Veränderungssensitivität der verwendeten Erhebungsmethoden kritisch betrachtet werden. Ein Ziel von Messverfahren sollte es sein, selbst geringe Verbesserungen oder Verschlechterungen

erkennen zu können. Diese Erkennung ist u. a. von der Skalierung der Messwerte bzw. Anzahl der Antwortkategorien abhängig.

Ein weiterer Punkt betrifft die Messdauer motorischer Kapazitätsmessungen. Folgendes Beispiel soll die Problematik erläutern: Die Gehfähigkeit von älteren Patienten gilt als ein wichtiger Prädiktor für das geriatrische *Outcome*. An ihr erkennt man, dass Personen mit Erkrankungen oder diagnostizierter Gebrechlichkeit meist langsamer gehen als gesunde, gleichaltrige Personen. Diese Messung ist jedoch nur ein Schnappschuss, quasi eine Momentaufnahme, der Gehfähigkeit unter limitierten und kontrollierten Bedingungen. Die Gehfähigkeit unter Realitätsbedingungen sowie die gewöhnlichen Verhaltensweisen können hiervon abweichen und damit nur unzureichend abgebildet werden (Cavanaugh, Kochi, & Stergiou, 2010).

Weiterhin müssen die gewählten Messverfahren ungefährlich sein und der investierte Zeitaufwand muss überschaubar, also praktikabel bleiben. Ein zu zeitintensives Assessment geht auf Kosten wertvoller Therapiezeit.

Auch die bisherige Auswahl der Assessments in der geriatrischen Rehabilitation steht in der Kritik. Im Rahmen der im Jahre 2001 durchgeführten Neustrukturierung der *International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps (ICIDH)* zur *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)* gewann die Zuordnung der Assessments zu den verschiedenen ICF-Komponenten immer mehr an Bedeutung. Im Gegensatz zur ICIDH stehen bei der ICF die Ressourcen des Patienten im Vordergrund (World Health Organization, 2005). Ganz allgemein ist die ICF eine Klassifikation der Gesundheit und einiger mit der Gesundheit zusammenhängender Komponenten von Wohlbefinden. Sie umfasst Aspekte der Körperfunktionen und -strukturen, Aktivitäten (Kapazität) und Partizipation (Teilhabe). Darüber hinaus werden in der ICF umwelt- und personenbezogene Faktoren stärker berücksichtigt, die mit der Funktion, der Aktivität und der Partizipation in ständiger Wechselwirkung stehen (Abbildung 1) (World Health Organization, 2005). Ziel der Neustrukturierung war die Maximierung der Teilhabe und die

Betonung der Teilhabe gegenüber des bisherigen kapazitätsbezogenen Fokus (Becker et al., 2010).

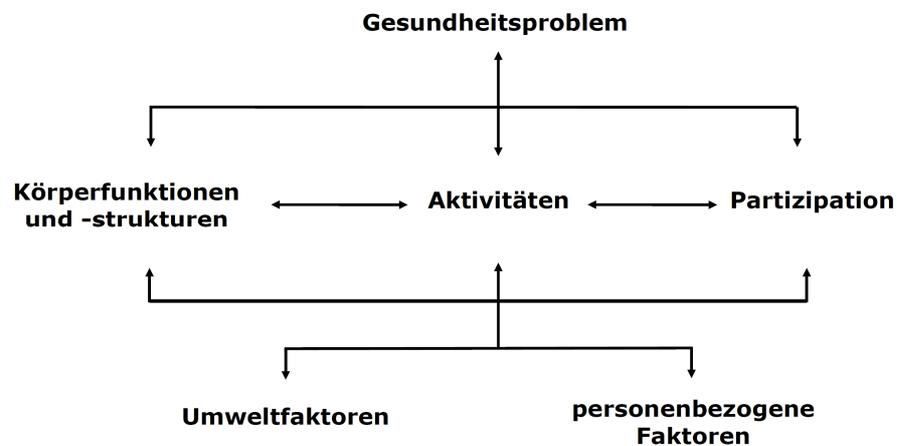


Abbildung 1: Wechselwirkungen zwischen den Komponenten der ICF (World Health Organization, 2005).

Die ICF Komponente „Aktivität“ wird definiert als die Durchführung einer Aufgabe oder einer Handlung (Aktion) durch einen Menschen. Diese Definition unterscheidet sich von der in dieser Arbeit verwendeten Definition von körperlicher Aktivität. Die ICF-Komponente „Aktivität“ beinhaltet, was eine Person tun kann (= Kapazität), wohingegen die körperliche Aktivität, so wie sie in dieser Arbeit verstanden werden soll, das Maß darstellt, was eine Person tatsächlich tut (= Performance). Dieser Sachverhalt ist daher im Kontext der Partizipation zu sehen, welche als das Einbezogensein in eine Lebenssituation definiert ist. Beeinträchtigungen im Bereich der körperlichen Aktivität wirken sich somit negativ auf die Teilhabe in verschiedenen Lebenssituationen aus (World Health Organization, 2005).

Bis dato wurden in der geriatrischen Rehabilitation überwiegend die ICF-Komponenten „Funktion/Struktur“ und „Aktivität“ (Kapazität) durch Assessments abgebildet. Obwohl die Assessments, die den klinischen Verlauf von Patienten bezüglich ihrer Körperfunktionen und ihrer Kapazität dokumentieren, von großer Bedeutung sind, um eine Effektivität der Interventionen bzw. der Rehabilitation nachzuweisen, ist es sinnvoll und

notwendig, weitere Assessments mit aufzunehmen, die ein breiteres Spektrum abbilden (Ashe, Eng, Miller, & Soon, 2007; Salter et al., 2005). In den vergangenen Jahren hat das Wissen über die Relevanz von Interventionen, die eine Erhöhung der Fähigkeit am sozialen Leben teilzunehmen zum Ziel haben, zugenommen. Es ist z. B. nachgewiesen, dass die Teilhabe im Rahmen von Hausarbeit oder Treppensteigen das Mortalitätsrisiko senkt (Matthews et al., 2007). Dennoch findet eine Zielformulierung der Therapeuten hauptsächlich auf den Ebenen der Körperfunktion sowie der Kapazität statt, denn diese spiegeln vordringlich den derzeitigen Behandlungsfokus der Therapeuten wieder (Thonnard & Penta, 2007). Obwohl die Wiedererlangung der Teilhabe immer mehr als Schlüsselziel der Rehabilitation betrachtet wird, erfährt sie bisher nur unzureichend eine Erfassung in der geriatrischen Rehabilitation (Becker et al., 2010; Wade, 2003) und scheint für eine Zielformulierung auch bislang ungenau zu sein. Der Grund hierfür könnte sein, dass es bislang wenige bis keine geeigneten Methoden gibt, Aspekte der Partizipation objektiv abzubilden (im Sinne einer Verlaufs- und Erfolgsdokumentation bzw. der Überprüfung der Nachhaltigkeit der Rehabilitation) (Thonnard & Penta, 2007).

SALTER ET AL. (2007) stellten in einem Review die Entwicklung des Stellenwertes der Partizipation als Rehabilitations-*Outcome* bei randomisierten, kontrollierten Studien mit Schlaganfallpatienten zusammen. Sie stellten fest, dass die Partizipation seit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts in klinischen Studien an Bedeutung zugenommen hat, jedoch bislang nur 6 % aller ICF-fokussierten Studien den Bereich „Partizipation“ als *Outcome* berücksichtigen. Einzelne Aspekte der Partizipation werden häufig über Fragebögen abgebildet (so z. B. die Lebensqualität, das subjektive Wohlbefinden und die subjektive Gesundheit). Zumeist bilden diese Fragebögen aber gleichzeitig auch noch andere Bereiche der ICF ab und sind daher spezifischen Bereichen der ICF schlecht zuzuordnen (Perenboom & Chorus, 2003). Beispiele für solche Fragebögen sind u. a. das „Nottingham Health Profile“ (Hunt et al., 1980), der SF-36 Fragebogen (Bullinger & Kirchberger, 1998), das „Sickness Impact Profile“ (Gilson et

al., 1975), die „London Handicap Scale“ (Harwood, Rogers, Dickinson, & Ebrahim, 1994), und der „EQ-5D“ (EuroQol Group, 1990). Der Aspekt „körperliche Aktivität“, welcher ein direkter Indikator der Teilhabe ist, wird hierdurch nicht erfasst. Diese Fragebögen können somit nicht alle Anforderungen erfüllen. Für einen ICF-basierten Ansatz sind neue, objektive Methoden nötig, um auch diesen Aspekt der Teilhabe abbilden zu können (Becker et al., 2010).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es künftig eines oder mehrerer Messverfahren für die geriatrische Rehabilitation bedarf, welche die gewöhnlichen Verhaltensweisen (Aspekte der Teilhabe) valide, objektiv und reliabel abbilden können und bei möglichst allen Personen einsetzbar sind, um hierdurch Boden- oder Deckeneffekt zu vermeiden. Ferner sollten diese Messverfahren änderungssensitiv und auch praktikabel sein, damit hierdurch keine wertvolle Therapiezeit verloren geht.

### **2.3 Erfassung der körperlichen Aktivität**

Betrachtet man die Literatur der letzten fünf Jahrzehnte, so werden unzählige Möglichkeiten beschrieben, wie die körperliche Aktivität gemessen werden kann. Viele dieser Methoden sind jedoch entweder nicht praktikabel oder erfüllen die Anforderungen der Gütekriterien nicht (Laporte, Montoye, & Caspersen, 1985).

BOUTEN (1995) fasst in Ihrer Dissertation die bestehenden Methoden in fünf übergeordneten Kategorien zusammen: (1) Verhaltensbeobachtung, (2) Fragebögen oder Tagebücher, (3) Ermittlung über physiologische Parameter (z. B. Herzfrequenz), (4) direkte oder indirekte Kalorimetrie (z. B. *doubly-labeled water*) und (5) am Körper getragene Sensoren (*body-fixed sensors*), welche in den letzten drei Jahrzehnten eine besondere Entwicklung erfuhren. Aus den genannten fünf Kategorien sind zwei Methoden zu nennen, die überwiegend in den letzten Jahren im Fokus von Forschungsbemühungen

standen, da diese ohne großen zeitlichen oder finanziellen Aufwand und zur Erfassung eines längeren Zeitraums angewendet werden können.

### 2.3.1 Erfassung über Fragebögen

Die Befragung mit Hilfe von Fragebögen ist die bis dato am häufigsten angewandte Form der Aktivitätserfassung bei Erwachsenen. Ein geringer zeitlicher Aufwand bei der Durchführung und die geringe Kostenbelastung machen diese Methode für Untersucher attraktiv (Washburn, 2000). In den letzten Jahrzehnten wurden sehr viele Fragebögen zur Erfassung der körperlichen Aktivität entwickelt, viele davon für spezielle Gruppen oder Settings. Andere Fragebögen wiederum wurden in verschiedene Sprachen übersetzt oder je nach Anwender modifiziert, so dass es viele unterschiedliche Versionen gleicher Fragebögen gibt. Zumeist sind diese Fragebögen Selbstausfüller oder werden mittels Interviews erhoben. Aufgrund der unübersichtlichen Vielzahl an Fragebögen ist es schwierig, den am besten geeigneten für das eigene Vorhaben herauszufiltern (van Poppel, Chinapaw, Mokkink, van, & Terwee, 2010).

VAN POPPEL ET AL. (2010) überprüften in einem Review die Gütekriterien von 85 Fragebogenversionen und kamen zu dem Ergebnis, dass kein existierender Fragebogen allen Anforderungen der Gütekriterien entspricht und somit keiner generell zur Anwendung empfohlen werden kann. Darüber hinaus gibt es nur wenige Fragebögen, die speziell für ältere Menschen entwickelt wurden. Fragebögen für Erwachsene brachten bei der Anwendung in Zusammenhang mit älteren Menschen ungenaue Ergebnisse, da sich diese vor allem bezüglich der Art und der Intensität ihrer Aktivitäten von Jüngeren unterscheiden (Washburn, Jette, & Janney, 1990). Die körperliche Aktivität älterer Menschen zeichnet sich vor allem durch Bewegungen mit niedrigen Intensitäten aus, bei jüngeren ist der Anteil der Aktivitäten mit höheren Intensitäten vielfach höher (van Poppel et al., 2010).

JØRSTAD-STEIN ET AL. (2005) stellten in einem Review Aktivitätsfragebögen zusammen, die speziell für ältere Menschen zur Anwendung in klinischen Untersuchungen (überwiegend Sturzpräventionsinterventionen) entwickelt wurden und überprüfte ebenfalls deren Gütekriterien. Auch sie kamen zu dem Ergebnis, dass es nur wenig Evidenz bezüglich der Gütekriterien dieser Fragebögen gibt. Kein Fragebogen genügte den Ansprüchen von großen klinischen Studien. Weiterhin bilden die meisten Aktivitätsfragebögen häufig nur die körperlichen Freizeitaktivitäten ab und gehen weniger auf die Basisaktivitäten des täglichen Lebens ein. Gerade aber im höheren Alter nimmt der Anteil der Freizeitaktivitäten an der Gesamtaktivität deutlich ab (Bijnen et al., 1998). Das Ausmaß körperlicher Aktivität älterer Menschen wird ganz wesentlich von den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADLs) und den Haushaltsaktivitäten bestimmt. Daher sind solche Fragebögen keine geeignete Methode, die körperliche Aktivität einzuschätzen, da hierdurch Basisaktivitäten wie z. B. Aufstehen, Hinsetzen, Toilettengänge usw. nicht berücksichtigt werden. Zusätzlich tritt bei Aktivitätsfragebögen häufig das Problem eines *recall bias* auf. Die ADLs (z. B. Anzahl der Toilettengänge, Zeit auf den Beinen innerhalb des Hauses usw.) können viel schlechter erinnert werden als z. B. Freizeitaktivitäten, bei denen die Person das Haus verlassen hat (Jorstad-Stein et al., 2005). Weiterhin können Selbstaussfüller durch einen wechselhaften Gesundheitszustand, durch die Gemütslage, Angst, Depression oder durch kognitive Fähigkeiten beeinflusst werden (Rikli, 2000). Auch eine Abfrage über Angehörige birgt die Gefahr von Fehleinschätzungen durch eine zeitliche begrenzte Beobachtung (Magaziner, Zimmerman, Gruber-Baldini, Hebel, & Fox, 1997).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es, obwohl Fragebögen Vorteile durch einen geringen Zeitaufwand und geringe Kosten bieten, bis dato keinen bezüglich der Gütekriterien und der Veränderungssensitivität, geeigneten Fragebogen gibt, der verlässlich die körperliche Aktivität älterer Menschen abbilden kann. Zur Anwendung in klinischen Studien sind die momentan verfügbaren Fragebögen demnach nicht geeignet.

### 2.3.2 Erfassung über Sensoren

Neben Fragebögen gibt es eine objektivere Methode, welche in den letzten Jahren einen enormen Fortschritt in ihrer Weiterentwicklung erfuhr. Diese Methode ist in der Lage, auch Aktivitäten mit geringer Intensität, wie z. B. die Basis-ADLs, erfassen zu können und wird auch nicht durch einen *recall bias* beeinflusst. Hierbei handelt es sich um die Messung der körperlichen Aktivität mittels sogenannter Aktivitätssensoren, welche zur Datenerfassung am Körper getragen werden (z. B. am Handgelenk, am unteren Rücken, am Sternum, an der Hüfte, am Oberschenkel, am Fußgelenk usw.). Es gibt sowohl Sensoren, die aus nur einem Gerät bestehen als auch Sensoren, die an mehreren Körpersegmenten befestigt werden müssen. Die Bandbreite solcher Aktivitätssensoren reicht von einfachen Pedometern<sup>2</sup>, über mono- bis triaxiale Accelerometer<sup>3</sup>, bis hin zu Sensoren, die sowohl Accelerometer als auch Gyroskope<sup>4</sup> beinhalten (de Bruin, Hartmann, Uebelhart, Murer, & Zijlstra, 2008). In neueren Studien findet man vereinzelt bereits Aktivitätsmessungen, die sich der GPS<sup>5</sup>-Technik bedienen, um Indoor-/Outdoor-Phasen voneinander unterscheiden zu können (Webber & Porter, 2009). Jedoch steht die Entwicklung dieser Monitor-Technik erst am Anfang.

In den letzten Jahren machte es eine enorme technische Weiterentwicklung möglich, über miniaturisierte Sensorversionen, die ein nahezu ungestörtes Tragen erlauben, Probanden unter Realitätsbedingungen, sowohl im Rehabilitationssetting als auch in der häuslichen Umgebung zu messen und somit auch den Aspekt der Teilhabe berücksichtigen zu können (Zijlstra & Aminian, 2007). Die Dauer bzw. Länge der Messung hängt von dem Ziel ab, welches man durch die Messung verfolgt. TROST ET AL. (2005) postulierten bei älteren Menschen z. B. eine Mindestmessdauer aufgrund einer hohen Tag-zu-Tag-Variabilität von 3 bis 5 Tagen, um eine reliable,

---

<sup>2</sup> Schrittzähler

<sup>3</sup> Beschleunigungsmesser, welche die Beschleunigung einzelner Körpersegmente in oder ohne Bezug zur Gravitationskraft messen

<sup>4</sup> zusätzliche Erfassung von Winkelbeschleunigungen

<sup>5</sup> Global Positioning System

generalisierbare Einschätzung der körperlichen Aktivität erhalten zu können. Sinnvoll wäre die Messung von sowohl Wochentagen als auch Wochenendtagen (Gretebeck & Montoye, 1992). Diese Empfehlung bezieht sich auf die Untersuchung von Einzelpersonen. Für Gruppenerhebungen bzw. -analysen scheint (bei ausreichender Gruppengröße) jedoch schon eine Messung von einem Tag (unabhängig vom Wochentag) auszureichen (Nicolai et al., 2010; White, Wagenaar, Del Olmo, & Ellis, 2007).

Im Gegensatz zu Fragebögen beruht eine sensorbasierte Messung nicht auf Schätzwerten der Probanden oder der Angehörigen, sondern auf den durch die Bewegung verursachten Beschleunigungen. Über spezielle Algorithmen können unterschiedliche Aktivitätsparameter abgeleitet werden. Zumeist in Studien vertreten sind „*activity counts*“, „Energieumsatz“, „kumuliertes  $g$ “<sup>6</sup> und „*step counts*“. Die zugrunde liegenden Algorithmen zur Berechnung dieser Parameter sind jedoch von Sensor zu Sensor verschieden und können daher nur schwierig interpretiert werden. Hinzu kommt, dass z. B. die *step counts*, die über Pedometer erfasst werden, bei älteren Menschen aufgrund der sehr langsamen Gehgeschwindigkeit zumeist sehr ungenau erfasst werden können (Murphy, 2009). Schaut man sich die Empfehlungen zur körperlichen Aktivität an, so werden diese häufig in Zeiten bzw. in der Dauer der Aktivität angegeben (U.S.Department of Health and Human Services, 2008). Aus diesem Grund wären z. B. auch die kumulierten Geh-, Steh-, Sitz- und Liegezeiten sehr wertvolle Informationen (Zijlstra & Aminian, 2007). Hält man sich das Hauptziel der geriatrischen Rehabilitation von Patienten nach PFF vor Augen, nämlich eine Erhöhung der Gehfähigkeit (vgl. hierzu auch Kap. 2.2.1 Rehabilitative Nachversorgung), so bedarf es ebenfalls Parameter, die verschiedene Aspekte dieser Gehfähigkeit abbilden können. Hierzu eignen sich folgende Parameter, die aus diesem Grund in der vorliegenden Arbeit berücksichtigt wurden: Anzahl sowie durchschnittliche und maximale Länge von Gehepisoden.

---

<sup>6</sup> kumuliertes Maß der Beschleunigungssignale

Die sensorbasierte Messung stellt also insgesamt eine valide, reliable, objektive und veränderungssensitive Methode zur Erfassung der körperlichen Aktivität dar (z. B. Paraschiv-Ionescu, Buchser, Rutschmann, Najafi, & Aminian, 2004). Ein weiterer großer Vorteil liegt darin, dass sie, aufgrund ihrer Messsensibilität keine Boden- bzw. Deckeneffekte aufweist.

Weiterhin ist diese Art der Messung ungefährlich in der Anwendung, bedarf nur eines geringen Zeitaufwandes und kann über einen längeren Zeitraum (z. B. mehrere Tage oder eine Woche) angewandt werden.

## **2.4 Studien zur körperlichen Aktivität geriatrischer Menschen**

### **2.4.1 Allgemein**

In den letzten Jahren stieg die Anzahl der Studien zur Erfassung der körperlichen Aktivität älterer Menschen gewaltig. Ein Großteil der veröffentlichten Studien zielt auf zuhause lebende ältere Menschen ab (z. B. Bijnen et al., 1998; Chipperfield, Newall, Chuchmach, Swift, & Haynes, 2008b; Dipietro, 2001; Egerton & Brauer, 2009; Gerdhem, Dencker, Ringsberg, & Akesson, 2008; Grant, Granat, Thow, & Maclaren, 2010; Lord et al., 2011). Zumeist beinhalten sie Untersuchungen zum Einfluss der körperlichen Aktivität auf gesundheitsassoziierte *Outcomes* wie z. B. Mortalität, Mobilität, Depression, Lebensqualität, Sturzrisiko usw. (vgl. Kap. 2.1) oder beschreiben Methoden und Interventionen zur Erhöhung der körperlichen Aktivität dieser Zielgruppe (z. B. Buchner, Beresford, Larson, LaCroix, & Wagner, 1992; Dakin, Gray, Peel, Salih, & Cheung, 2010; King, 2001). Die körperliche Aktivität wurde in den genannten Studien überwiegend mittels Aktivitätsfragebögen erfasst. Die damit einhergehende Problematik wurde bereits in Kapitel 2.3.1 beschrieben. Bei nur einem geringen Anteil der Studien fand eine Erfassung der körperlichen Aktivität über Sensoren statt.

Neben den Studien, die sich mit zuhause lebenden älteren Menschen befassen, gibt es aber auch Untersuchungen, in denen Personen, die in einem Pflegeheim leben, im Fokus körperlicher Aktivitätsmessungen stehen (z. B. Benjamin, Edwards, & Caswell, 2009).

Ein noch kleinerer Teil an Studien beinhaltet Messungen zur körperlichen Aktivität von Patienten, die sich in geriatrischen Rehabilitationseinrichtungen befanden. Häufig sind unspezifische Patientengruppen (unabhängig von der Diagnose, z. B. Alessi et al., 2008; Culhane, Lyons, Hilton, Grace, & Lyons, 2004; de Bruin, Najafi, Murer, Uebelhart, & Aminian, 2007; Smith et al., 2008) oder Patienten nach einem Schlaganfall (z. B. Esmonde, McGinley, Wittwer, Goldie, & Martin, 1997; Gebruers, Vanroy, Truijen, Engelborghs, & De Deyn, 2010; Mudge & Stott, 2009) das Kollektiv der Wahl. Messungen über mehrere Messzeitpunkte sind hierbei jedoch kaum vorhanden.

Die vorhergehenden Kapitel zeigten bereits die Notwendigkeit einer objektiven Messung der körperlichen Aktivität in der geriatrischen Rehabilitation auf. Obwohl Patienten nach PFF (neben Patienten nach einem Schlaganfall) einen Großteil der geriatrischen Patienten ausmachen, ist dieser Bereich bis dato nur unzureichend bis kaum Gegenstand der Forschung.

Das Ziel dieser Arbeit ist daher die Erfassung und Beschreibung der körperlichen Aktivität von Patienten nach PFF in einer geriatrischen Rehabilitationseinrichtung. Im Folgenden soll nun ein Überblick über die momentane Datenlage zu Aktivitätsmessungen speziell bei Patienten nach PFF in der geriatrischen Rehabilitation gegeben werden.

## 2.4.2 Körperliche Aktivität von Hüftfrakturpatienten

Über eine systematische Literaturrecherche<sup>7</sup> konnten insgesamt zwei Publikationen zur sensorbasierten Messung der körperlichen Aktivität von Patienten nach PFF in der geriatrischen Rehabilitation gefunden werden:

BERNHARDT ET AL. (2005) erfassten in einer prospektiven Beobachtungsstudie die „Uptime“<sup>8</sup> über 24 Stunden zu drei Messzeitpunkten<sup>9</sup> (MZP) sowohl von 13 Patienten nach Hüftfraktur, die eine stationäre Rehabilitation durchliefen, als auch von 13 alters- und geschlechtsangepassten (Alter M = 80 Jahre), noch zuhause lebenden älteren Menschen (nur ein Messzeitpunkt). Ziel dieser Studie war (1) ein Vergleich der *Uptime* zwischen diesen beiden Gruppen, (2) eine Überprüfung, ob es Unterschiede bezüglich der *Uptime* zwischen MZP2 und MZP3 gibt und (3) die Beantwortung der Frage, ob es zu MZP3 zwischen der *Uptime* und den erhobenen Parametern der funktionellen Messungen<sup>10</sup> einen signifikanten Zusammenhang gibt. Die Autoren berichteten zu MZP3 eine doppelt so hohe *Uptime* bei den zuhause lebenden älteren Menschen wie bei den ehemaligen Rehabilitanden. Bei den Patienten nach PFF konnte jedoch eine tendenzielle Zunahme der *Uptime* zwischen MZP2 und MZP3 festgestellt werden. Die *Uptime* der Patienten nach PFF korrelierte zu MZP3 mit Parametern der funktionellen Mobilität.

TALKOWSKI, LENZE, MUNIN, HARRISON UND BRACH (2009) überprüften bei 18 Patienten<sup>11</sup> nach PFF (Alter M = 79 Jahre) in einer Längsschnittstudie mit drei- und sechsmonatigem *Follow-Up* den Zusammenhang zwischen der

---

<sup>7</sup> PubMed → [Titel\Abstract]: hip fracture/femur fracture/femoral neck fracture/total hip arthroplasty/activity/activities/inactivity/sedentary behavior/uptime/mobility/monitoring/objective measurement/accelerometer/actigraphy/pedometer/sensor/device/questionnaire/survey; LIMITATIONS: nur Studien mit Personen über 60 Jahre

<sup>8</sup> „Zeit auf den Beinen“ gemessen über den „Uptimer“; Gerätebeschreibung siehe Bernhardt et al. 2005

<sup>9</sup> MZP1:1 Woche vor Entlassung; MZP2: 1 Tag vor Entlassung; MZP3:1 Woche nach Entlassung

<sup>10</sup> The Functional Ambulation Classification (Holden, Gill, & Magliozzi, 1986), Gehgeschwindigkeit, Gehstrecke; Testbeschreibung siehe Bernhardt et al. 2005

<sup>11</sup> rekrutiert aus „skilled nursing facilities“ und „inpatient rehabilitation facilities“

körperlichen Aktivität<sup>12</sup> während den Therapieeinheiten (gemessen über fünf Tage) und der durch den Therapeuten berichteten Therapie-Partizipation<sup>13</sup> sowie selbstberichteten funktionellen *Outcome*-Parametern<sup>14</sup>. Die Partizipation der Patienten, die eine hohe Aktivität aufwiesen, wurde von den Therapeuten höher eingeschätzt als die Partizipation derjenigen, die weniger aktiv waren. Patienten, die in den Therapieeinheiten aktiver waren, zeigten sowohl zum dreimonatigen als auch zum sechsmonatigen *Follow-Up* bessere funktionelle Fähigkeiten als die Gruppe der weniger Aktiven.

Darüber hinaus konnte eine kontrollierte Interventionsstudie mit Pilotcharakter identifiziert werden, bei der die Wirkung eines speziellen „*community exercise*“ Programms auf die körperliche Aktivität von zuhause lebenden älteren Menschen nach PFF mittels Fragebogen und Pedometer überprüft wurde:

JONES, JAKOBI, TAYLOR, PETRELLA UND VANDERVOORT (2006) untersuchten hierzu 17 zuhause lebende ältere Menschen nach PFF (Alter M = 80 Jahre), die an einem speziellen Programm teilnahmen, zu zwei Messzeitpunkten (prä-post) und verglichen die Ergebnisse mit acht Kontrollpersonen, die eine konventionelle ambulante Rehabilitation durchliefen.

Weiterhin wurde eine Studie gefunden, bei der die körperliche Aktivität von hospitalisierten Patienten nach PFF mittels Aktivitätsfragebogen erfasst wurde:

NORTON ET AL. (2000) stellten in einer prospektiven Fall-Kontroll-Studie die körperliche Aktivität<sup>15</sup> von 911 hospitalisierten Patienten nach PFF

---

<sup>12</sup> „Counts“, gemessen über den „Actigraph“; Gerätebeschreibung siehe Talkowski et al. 2009

<sup>13</sup> Pittsburgh Participation Rating Scale (Lenze et al., 2004)

<sup>14</sup> Hip Fracture Functional Recovery Scale (Zuckerman, Koval, Aharonoff, Hiebert, & Skovron, 2000)

<sup>15</sup> per Interview erfragt wurden: (1) die Anzahl der Stunden pro 24 Stunden Periode in stehender Position (inkl. gehen), (2) die Anzahl der Stunden pro 24 Stunden Periode in ruhender Position (sitzen, liegen) und (3) die geschätzte Anzahl der Stunden für Haushalt und Freizeit pro eine Woche

(Alter  $M = n. a.; \geq 60$  Jahre) der körperlichen Aktivität von 910 randomisiert ausgewählten älteren Personen ohne PFF gegenüber. Um mittelfristige Veränderungen zu überprüfen, fand ein zweiter Vergleich zusätzlich nach zwei Jahren statt. In beiden Gruppen konnte eine Abnahme der Aktivität verzeichnet werden, die jedoch bei den Patienten nach PFF doppelt so stark ausfiel.

Zusätzlich konnte eine Studie identifiziert werden, die eine fragebogenbasierte Erhebung<sup>16</sup> der körperlichen Inaktivität von Personen beinhaltet, welche eine Hüftfraktur in ihrer früheren Krankengeschichte aufweisen konnten:

SALPAKOSKI ET AL. (2011) untersuchten in einer Querschnittsstudie mit 78 zuhause lebenden älteren Menschen (Alter  $M = 75$  Jahre), im Durchschnitt drei Jahre nach PFF, den Zusammenhang zwischen muskuloskelettalem Schmerz in der betroffenen Extremität und dem Umfang der körperlichen Aktivität. Personen mit sehr starken Schmerzen hatten ein dreifach höheres Risiko für körperliche Inaktivität als jene mit geringen oder keinen Schmerzen.

Neben diesen Studien mit Patienten nach PFF konnten drei weitere Studien gefunden werden, die allerdings die körperliche Aktivität von Patienten nach elektiver Totalhüftendoprothese (Hüft-TEP) untersuchten. Da sich die beiden Kollektive bezüglich der zugrunde liegenden Erkrankungen und damit bezüglich des allgemeinen körperlichen Zustandes unterscheiden, werden die gefundenen Studien zur körperlichen Aktivität von elektiven Hüft-TEP Patienten an dieser Stelle nur kurz zusammengefasst.

In zwei dieser Studien wurde die körperliche Aktivität (mindestens ein Jahr postoperativ) mittels Fragebogen<sup>17</sup> erfasst (Cukras, Praczko, Kostka, &

---

<sup>16</sup> Yale Physical Activity Survey (Dipietro, Caspersen, Ostfeld, & Nadel, 1993)

<sup>17</sup> The Short Questionnaire to Assess Health-enhancing physical activity (Wendel-Vos, Schuit, Saris, & Kromhout, 2003) bzw. the 7-Day Physical Activity Recall Questionnaire (Gross, Sallis, Buono, Roby, & Nelson, 1990)

Jegier, 2007; Wagenmakers et al., 2008). Beide Arbeitsgruppen zeigten, dass die körperliche Aktivität von Personen mit elektiver Hüft-TEP (Alter  $M = 63$  und  $M = 70$  Jahre) mindestens ein Jahr nach der Operation keine wesentlichen Unterschiede zur körperlichen Aktivität von alters- und geschlechtsangepassten Kontrollpersonen ohne Hüft-TEP aufweist.

Eine weitere Studie mit Patienten nach elektiver Hüft-TEP (Alter  $M = 63$  Jahre) erfasste die körperliche Aktivität mittels einer Kombination aus Inklinationssensoren und Goniometer<sup>18</sup> (Morlock et al., 2001). Das Ziel der Studie war die Entwicklung und die Überprüfung der Anwendbarkeit der Sensoren sowie die Überprüfung des zugrunde liegenden Algorithmus zur Erkennung von Frequenz und Dauer der Aktivitäten „Liegen“, „Sitzen“, „Stehen“, „Gehen“ und „Treppen steigen“. Es konnten Angaben zur prozentualen Verteilung der genannten Aktivitäten über den Tag gemacht werden.

## 2.5 Problemstellung und Zielsetzung der vorliegenden Studie

Die vorangegangene Darstellung des Problemfeldes soll auf die Relevanz der körperlichen Aktivität von geriatrischen Patienten nach PFF aufmerksam machen. Sie ist ein Schlüsselfaktor für die Aufrechterhaltung der Gesundheit, der Selbständigkeit und der Genesung von chronischen Erkrankungen älterer Menschen (vgl. Kap. 2.1). Weiterhin kann die körperliche Aktivität im Rahmen der ICF als Teilaspekt der Partizipation angesehen werden und stellt somit ein immer wichtiger werdendes, jedoch bisher vernachlässigtes, Rehabilitationsziel für diese Patientengruppe dar. Wie bereits in Kapitel 2.4 beschrieben, beschäftigt sich ein Großteil der bis dato veröffentlichten Studien, die sich auf ältere Menschen beziehen, vor allem mit der körperlichen Aktivität zuhause lebender Personen, der Vorhersage bestimmter gesundheitsrelevanter Parameter, des Sturz- bzw.

---

<sup>18</sup> Beschreibung der Sensoren siehe Morlock, 2001

Hüftfrakturrisikos oder mit der Vorhersage funktioneller und psychosozialer *Outcomes* im Anschluss an eine Rehabilitation. Nur insgesamt zwei Studien (Bernhardt et al., 2005; Talkowski, Lenze, Munin, Harrison, & Brach, 2009) konnten identifiziert werden, in denen die körperliche Aktivität von Patienten nach PFF in einer geriatrischen Rehabilitation erfasst wurde. Wie schon zuvor beschrieben, stellt jedoch gerade diese Fallgruppe eine besondere Herausforderung für das Gesundheitssystem dar (vgl. Kap. 2.2). Die in den beiden genannten Studien gewählten Methoden geben nur einen ersten, noch unscharfen Einblick in die körperliche Aktivität von Patienten nach PFF in der geriatrischen Rehabilitation. Obwohl bei BERNHARDT ET AL. (2005) drei Testzeitpunkte untersucht wurden, kann keine Aussage über den Verlauf der körperlichen Aktivität von Beginn der Rehabilitation an gemacht werden, da eine Erhebung bei Aufnahme fehlt. Weiterhin wird die körperliche Aktivität in nur einem Parameter, der *Uptime*, zusammengefasst. Aktivitäten, die ein „Gehen“ beinhalten und somit kardio-vaskuläre, kardio-pulmonale und metabolische Auswirkungen haben können, und Aktivitäten, die ein reines „Stehen“ beinhalten wurden aufaddiert. Eine Interpretation ist aufgrund der nicht zu erkennenden Anteile der beiden Aktivitätsformen an der Gesamtaktivität sehr schwierig. Auch bei TALKOWSKI ET AL. (2009) ist eine Interpretation der allgemeinen körperlichen Aktivität schwierig. Ausgegeben wurde (ausschließlich für die Therapieeinheiten) der Durchschnittswert der „*activity counts per minute*“ aller Therapieeinheiten innerhalb des fünftägigen Messzeitsraumes. Die zugrunde liegende Fragestellung der Studie beschäftigte sich mit der Intensität, mit der die Bewegungen während den Therapieeinheiten durchgeführt wurden. Der allgemeine Umfang der körperlichen Aktivität innerhalb und außerhalb der Therapie wurde jedoch nicht abgebildet.

Das sich hieraus ableitende primäre Ziel der vorliegenden Studie ist die objektive und detaillierte Beschreibung und Bewertung der mittels Sensor gemessenen körperlichen Aktivität und deren Verlauf in der geriatrischen Rehabilitation sowie die körperliche Aktivität von Patienten nach PFF zu einem definierten Nachbeobachtungszeitpunkt. Die Überprüfung der

Nachhaltigkeit der Rehabilitation bzw. des Transfers der körperlichen Aktivität ins häusliche Umfeld, also der mittelfristigen Entwicklungen der körperlichen Aktivität und somit Aspekte der Teilhabe sind im Rahmen der Ressourcenallokation von zunehmendem Interesse. Zur Beschreibung der körperlichen Aktivität sollen neben der *Uptime* (Zeit auf den Beinen; vgl. Bernhardt et al., 2005) weitere aussagekräftige, aktivitäts- und therapiezielrelevante Parameter betrachtet und auf ihren Informationsgehalt geprüft werden. Bezugnehmend auf das Hauptziel der Rehabilitation nach PFF, nämlich der Verbesserung der Gehfähigkeit, sind hier vor allem Parameter wie die kumulierte Gehzeit oder Anzahl und Länge der Gehepisoden von besonderem Interesse.

Da neben dem Alter, dem Funktionsstatus und der Kognition (siehe Kap. 2.2.1; Penrod et al., 2007) auch bezüglich der körperlichen Aktivität von einem sehr heterogenen Niveau der Gesamtgruppe ausgegangen werden kann (u. a. Egerton & Brauer, 2009; Grant et al., 2010), soll darüber hinaus überprüft werden, ob eine Unterteilung in aktivitätsdefinierte Subgruppen zu Beginn der Rehabilitation sinnvoll erscheint, um den Verlauf der körperlichen Aktivität verschiedener „Leistungsstufen“ (im Vergleich zur Gesamtgruppe) während der Rehabilitation exakter beschreiben zu können. Eine erneute Einteilung der Subgruppen zum Zeitpunkt T<sub>2</sub> soll darüber hinaus den Verlauf der körperlichen Aktivität nach der Rehabilitation für die Subgruppen beleuchten.

Der körperlichen Aktivität als Aspekt der Teilhabe wird in Zukunft in der Rehabilitation von geriatrischen Patienten ein hoher Stellenwert beigemessen, da sie als Indikator für ein selbständiges Leben angesehen werden kann (Becker et al., 2010; Wade, 2003). Um die Komplexität der körperlichen Aktivität zu verstehen und um sie schon in der Rehabilitationsphase positiv beeinflussen zu können, ist es notwendig, ggf. bestehende Zusammenhänge mit funktionellen oder psychosozialen Parametern aufzudecken, da diese wichtige Stellschrauben für eine erfolgreiche Therapie sein könnten. Da bis dato in der geriatrischen Rehabilitation ausschließlich Messungen zur Überprüfung der Funktion oder

der Kapazität angewandt wurden, sollen nun Zusammenhänge und mögliche Veränderungen der Zusammenhänge (Vergleich der Effektstärken über die beiden Messzeitpunkte) zwischen der in der Rehabilitation gemessenen körperlichen Aktivität und der funktionellen Leistungsfähigkeit sowie gängiger fragebogenbasierter Parameter überprüft werden.

Aus dem gleichen Grund stellt sich darüber hinaus die Frage, ob und in welchem Maße die körperliche Aktivität zu den verschiedenen Messzeitpunkten der Rehabilitation über eine bestimmte Kombination an funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierten Parametern erklärt werden kann. Hier soll beantwortet werden, ob die mittels Sensor gemessene körperliche Aktivität durch schon bestehende Messungen der Kapazität und psychosozialer Faktoren erklärt werden kann oder ob eine separate Messung der körperlichen Aktivität zusätzliche Informationen liefert und daher sinnvoll bzw. notwendig erscheint.

Ein wesentliches Ziel der geriatrischen Rehabilitation ist die Sicherung der Nachhaltigkeit, also der positive Transfer der Therapieeffekte ins häusliche Umfeld. Ziel der Rehabilitation ist die Erhöhung der Teilhabechancen bei Rückkehr in das häusliche Umfeld. Hierzu soll überprüft werden, ob anhand der in der Rehabilitation gemessenen körperlichen Aktivität auf die körperliche Aktivität zu einem definierten Nachbeobachtungszeitpunkt geschlossen werden kann. Dies könnte eine Möglichkeit darstellen, Personen oder Personengruppen (Subgruppen) zu identifizieren, die entweder von einer Verlängerung des stationären Aufenthaltes profitieren würden oder denen nach der stationären Rehabilitation weiterführende Behandlungsmaßnahmen zugänglich gemacht werden müssen (z. B. ambulante Weiterbehandlung, Physiotherapie, Ergotherapie usw.).

Um den Verlauf der Rehabilitation bzw. des körperlichen Zustandes innerhalb der Rehabilitation ausreichend dokumentieren zu können, ist es notwendig, dass ein Messinstrument Veränderungen verlässlich erkennen kann. Diese Verlässlichkeit kann zum einen durch auftretende Boden-/Deckeneffekte oder durch die geringe Sensibilität des Instrumentes selbst (z. B. Skalierung, eingeschränkte Abstufungen usw.) beeinträchtigt werden.

Die meisten Assessments, die zurzeit in der Rehabilitation geriatrischer Patienten angewandt werden, decken zum einen hauptsächlich den Bereich der Funktion oder der Kapazität ab und sind zum anderen sehr oft anfällig für Boden- bzw. Deckeneffekte (vgl. Kap. 2.2.2; Jarnlo, 2003). Parameter des sensorbasierten Aktivitätsmonitorings (wie z. B. die „kumulierte Gehzeit“ oder der „Zeit auf den Beinen“) sind möglicherweise aufgrund ihrer Skalierung und der Dauer der Messung nicht anfällig für solche Effekte. Dies wirft die Frage auf, ob die Veränderungssensitivität der sensorbasierten Aktivitätsmessung hierdurch höher ist als die der anderen Messverfahren. Die Fähigkeit Veränderungen im Laufe der Rehabilitation verlässlich aufzeigen zu können stellt die Grundlage für eine angemessene Therapieplanung und eine objektive Verlaufsdokumentation dar. Zuletzt sollen daher funktionelle, biomechanische und fragebogenbasierte Parameter bezüglich der Boden- und Deckeneffekte mit der sensorbasierten Aktivitätsmessung verglichen sowie die Veränderungssensitivitäten aller Messverfahren einander gegenübergestellt werden.

Es lassen sich also folgende exploratorische Fragestellungen formulieren:

1. Wie hoch ist die körperliche Aktivität von Patienten nach PFF zu Beginn eines geriatrischen Rehabilitationsaufenthaltes, nach zwei Wochen und zu einem definierten Nachbeobachtungszeitpunkt? Es sollen verschiedene aktivitätsrelevante Parameter für die Gesamtgruppe sowie für definierte Subgruppen betrachtet werden.
2. (a) Gibt es statistisch signifikante Zusammenhänge bei Patienten nach PFF zwischen der körperlichen Aktivität (Teilhabe) und der körperlichen Leistungsfähigkeit (Funktion/Kapazität) sowie ausgewählten fragebogenbasierten Parametern? Mögliche Zusammenhänge sollen für den Beginn der Rehabilitation und nach zwei Wochen überprüft werden.  
(b) Verändern sich diese Zusammenhänge im Laufe des Rehabilitationsaufenthaltes? Gefundene Zusammenhänge über die Messzeitpunkte sollen miteinander verglichen werden.

3. Lassen sich für geriatrische Patienten nach PFF geeignete Modelle zur Erklärung der körperlichen Aktivität zu Beginn der Rehabilitation und nach zwei Wochen erstellen? Es sollen, wenn möglich, sowohl Teil(bereichs)modelle als auch ein Gesamtmodell zur Erklärung der körperlichen Aktivität generiert werden.
4. Kann von der in der Rehabilitation gemessenen körperlichen Aktivität geriatrischer Patienten nach PFF auf den Umfang der körperlichen Aktivität zu einem definierten Nachbeobachtungszeitpunkt im häuslichen Umfeld geschlossen werden? Die Prädiktion soll sowohl für die Gesamtgruppe als auch für definierte Subgruppen überprüft werden.
5. Besitzen sensorbasierte Messungen der körperlichen Aktivität eine höhere Veränderungssensitivität als funktionelle oder biomechanische Parameter der körperlichen Leistungsfähigkeit oder als fragebogenbasierte Parameter? Die verwendeten Messverfahren sollen bezüglich ihrer Boden- bzw. Deckeneffekte sowie bezüglich ihrer Veränderungssensitivität miteinander verglichen werden.

## 3 Methode

Das folgende Kapitel beinhaltet eine ausführliche Beschreibung des in dieser Untersuchung angewandten Studiendesigns, der eingeschlossenen Probanden, die verwendeten Messmethoden und der durch die Messungen erhaltenen Variablen (Kap. 3.1 - 3.5). Abschließend wird die statistische Vorgehensweise dargestellt (Kap.3.6).

### 3.1 Studiendesign und Studienaufbau

Die vorliegende Studie wurde in der Klinik für Geriatrische Rehabilitation des Robert-Bosch-Krankenhauses in Stuttgart im Zeitraum vom 01.09.2007 bis zum 31.08.2010 durchgeführt. Sie ist eine prospektive, nicht-kontrollierte Beobachtungsstudie mit *ad hoc*-Stichprobe und Messwiederholung. Für die Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität Tübingen ein positives Votum erteilt.

Die Untersuchungen fanden zu insgesamt drei Testzeitpunkten statt. Wurden die Teilnehmer (Kap. 3.3) am Tag Ihrer Aufnahme von eingebundenen Oberärzten nach zuvor festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien (Kap. 3.2) als geeignet eingestuft und gaben sie ihr Einverständnis zur Teilnahme, erfolgte am Tag nach der Aufnahme die Eingangsuntersuchung ( $T_1$ ). Diese bestand aus einem motorischen Teil und einer fragebogenbasierten Erhebung. Eine Messung der körperlichen Aktivität mittels Sensor fand jeweils am zweiten Tag nach Aufnahme statt (1 Tag nach der motorischen bzw. fragebogenbasierten Untersuchung), damit eine Verzerrung der Daten durch die motorische Untersuchung ausgeschlossen werden konnte. Anschließend durchliefen die Patienten eine konventionelle geriatrische Rehabilitationsphase. Zwei Wochen nach  $T_1$ , in der Regel am gleichen Wochentag, wurden alle Untersuchungen in einer Verlaufsuntersuchung ( $T_2$ ) wiederholt. Dieser Messzeitpunkt schien aus folgenden Gründen sinnvoll:

- Erreichen einer größtmöglichen Standardisierung des Untersuchungszeitpunktes, unabhängig von der Rehabilitationsdauer des

einzelnen Patienten. Die Rehabilitationsdauer betrug in der Regel zwischen 2 und 6 Wochen. Dabei wurde für jeden Patienten ein Mindestaufenthalt von 2 Wochen angenommen.

- Zu diesem Zeitpunkt findet in der Regel eine Entscheidung über eine Verlängerung der Rehabilitation statt.

Zu beiden Messzeitpunkten ( $T_1$ ,  $T_2$ ) fanden die Untersuchungen in der geriatrischen Rehabilitationsklinik statt.

Sechzehn Wochen nach Rehabilitationsbeginn erfolgte eine *Follow-Up*-Untersuchung ( $T_{FU}$ ). Alle Patienten wurden vorab postalisch informiert. Anschließend wurde telefonisch ein Termin zur *Follow-Up*-Untersuchung vereinbart. Diese fand im Gegensatz zu  $T_1$  und  $T_2$  im häuslichen Umfeld des Patienten statt und erstreckte sich über zwei aufeinanderfolgende Hausbesuche. Am ersten Tag wurde die sensorbasierte Aktivitätsmessung gestartet, am zweiten Tag (einen Tag später) wurde sie beendet. Eine Abweichung des ersten Hausbesuchs vom geplanten Termin um  $\pm 1$  Woche wurde zugelassen, um höhere *Drop-Out*-Raten zu vermeiden. Der Aufbau der Studie (inkl. *Drop-Out*-Raten, vgl. Kap. 3.3) ist in Abbildung 2 dargestellt.

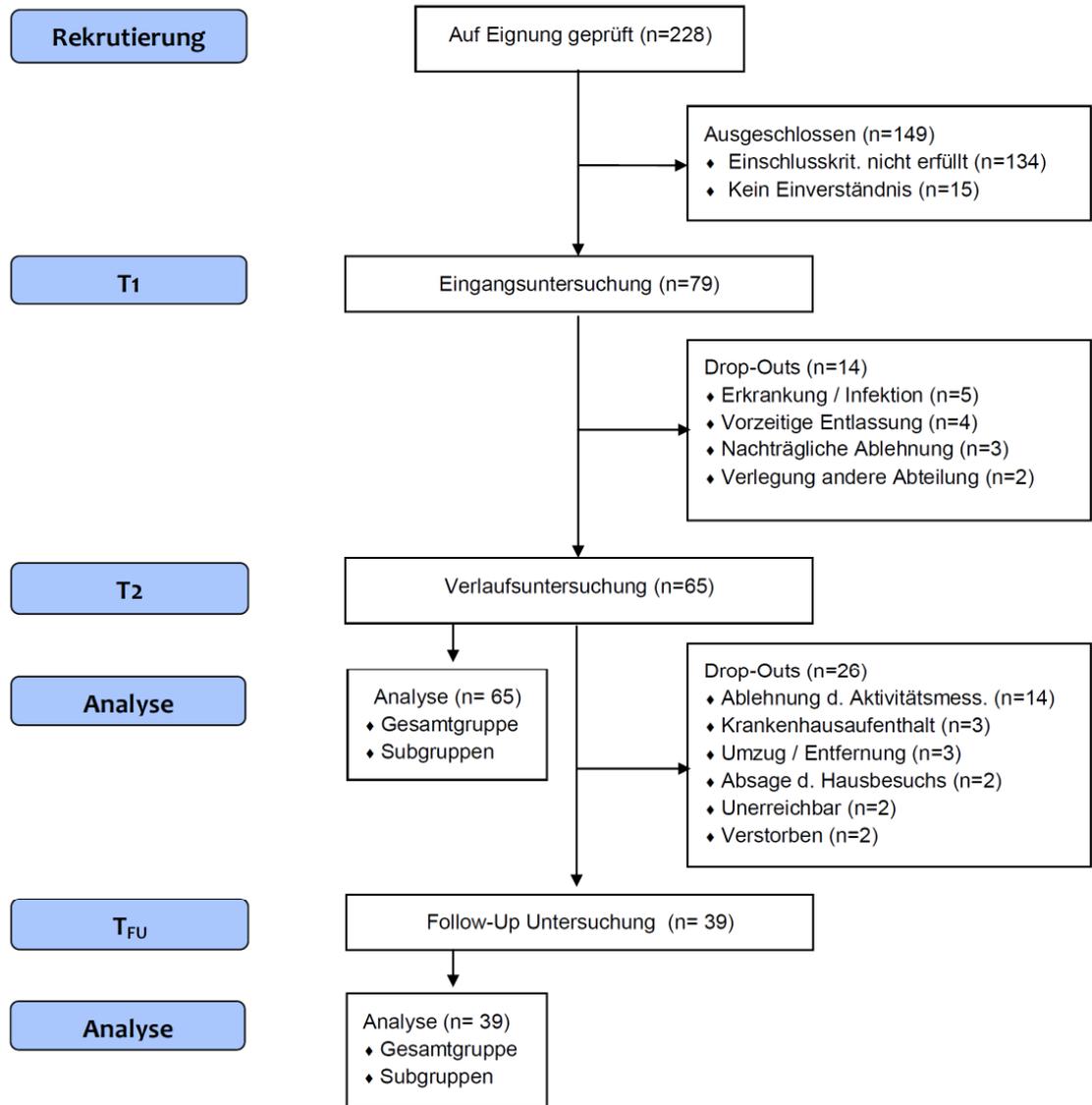


Abbildung 2: Darstellung des Studienablaufs und der Drop-Out-Raten.

## 3.2 Ein- und Ausschlusskriterien

A priori wurden für die Teilnahme an der Studie folgende allgemeine und medizinische Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt:

### **Einschlusskriterien**

- Proximale Femurfraktur, unabhängig von der Lokalisation oder Versorgung
- Mindestalter 60 Jahre
- Entfernung zum Wohnort bis max. 30 km im Hinblick auf die *Follow-Up*-Untersuchung
- ausreichende Deutschkenntnisse, um die einzelnen Untersuchungen und die Einwilligungserklärung zu verstehen

### **Ausschlusskriterien**

- schwere visuelle oder auditive Einschränkungen
- schwere kognitive Einschränkungen
- psychiatrische Einschränkungen
- schwere Depression
- schwere organische Einschränkungen, die den Rehabilitationsverlauf negativ beeinflussen könnten

(Die bisher genannten Kriterien wurden von dem aufnehmenden Oberarzt nach Aktenlage und Einschätzung beurteilt.)

- Verweigerung der Unterzeichnung der Einverständniserklärung
- Abbruch der Studienteilnahme durch den Patienten
- Verlegung oder vorzeitige Entlassung

### 3.3 Personenstichprobe

Die Rekrutierung der Patienten nach PFF erfolgte in der Klinik für Geriatrische Rehabilitation am Robert-Bosch-Krankenhaus in Stuttgart im Zeitraum von Dezember 2007 bis Dezember 2009. Insgesamt wurden 228 Patienten an deren Aufnahmetag nach zuvor festgelegten Kriterien (siehe Kap. 3.2) von den zuständigen Oberärzten begutachtet. Vierundneunzig Patienten wurden als geeignet eingestuft. Nach Ansprache und Aufklärung über Ziele und Inhalte der Untersuchung durch den Untersuchungsleiter gaben 79 Patienten schriftlich ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie sowie zur Datenauswertung und wurden anschließend eingangsuntersucht. Infolge kurzfristig auftretender Erkrankungen oder Infektionen ( $n = 5$ ), frühzeitiger Entlassung ( $n = 4$ ), nachträglicher Ablehnung von bestimmten Teilen der Untersuchung ( $n = 3$ ) oder Verlegungen in eine andere Abteilung des Krankenhauses ( $n = 2$ ) wurden weitere 14 Personen während des Evaluationszeitraumes, aufgrund der daraus resultierenden fehlenden Daten zu einzelnen Testzeitpunkten, von den statistischen Analysen ausgeschlossen. Die vorhandenen Daten dieser Personen wurden jedoch dokumentiert und auf eine mögliche Selektivität der Stichprobe analysiert (Kap. 4.1).

Fünfundsechzig Probanden konnten mit vollständigen Daten ihrer körperlichen Aktivität zum Testzeitpunkt  $T_1$  und  $T_2$  in die Analysen eingeschlossen werden. Hiervon waren 58 weiblich und 7 männlich. Die Altersspanne lag zwischen 64 und 96 Jahren (Mittelwert ( $M$ ) = 82,54; Standardabweichung ( $SD$ )  $\pm 7,17$ ). Die weiblichen Patienten waren im Durchschnitt 83,07 ( $SD \pm 6,86$ ), die männlichen im Durchschnitt 78,14 ( $SD \pm 8,71$ ) Jahre alt. Eine Prüfung auf Stichprobenunterschiede zu  $T_1$  zwischen Männern und Frauen bezüglich der Hauptvariablen körperliche Aktivität und körperliche Leistungsfähigkeit sowie der Screeningdaten Kognition und Hilfsbedürftigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens wurde durchgeführt und ist in Kapitel 4.1 ausführlich dargestellt. Für zwei Fragestellungen wurde die Gesamtgruppe von  $n = 65$  in aktivitätsspezifische Subgruppen eingeteilt (vgl. Kap. 4.2.1.4).

Ausgehend von diesen 65 Probanden, konnten zu  $T_{FU}$  bei insgesamt 26 Personen keine Untersuchungen durchgeführt werden. Für das Fehlen von Daten zum Nachbeobachtungszeitpunkt  $T_{FU}$  können folgende Gründe benannt werden: Ablehnung der sensorbasierten Aktivitätsmessung beim Hausbesuch ( $n = 14$ ), erneuter Krankenhausaufenthalt zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ( $n = 3$ ), Umzug des Patienten außerhalb der festgesetzten Reichweite ( $n = 3$ ), zwischenzeitlicher Tod des Patienten ( $n = 2$ ), kurzfristige Absage des Hausbesuches ohne Interesse an einem Ersatztermin ( $n = 2$ ) oder fehlgeschlagene Kontaktaufnahme ( $n = 2$ ). Auch hier wurde eine Analyse zur Überprüfung einer Selektivität der Stichprobe durchgeführt (Kap 4.1).

Bei insgesamt 39 Personen waren zu allen drei Testzeitpunkten ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_{FU}$ ) die sensorbasierten Daten zur körperlichen Aktivität vollständig vorhanden.

Abbildung 2 (Kap. 3.1) gibt einen Überblick über die Anzahl der auswertbaren Datensätze, die für die jeweiligen Fragestellungen herangezogen werden konnten.

### **3.4 Therapieeinheiten während des Rehabilitationsaufenthaltes**

Zwischen den Testzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$  (genau 2 Wochen) fand eine konventionelle, auf PFF angepasste, geriatrische Rehabilitation statt. Die Versuchsleiter hatten keinen Einfluss auf die Anzahl und die Art der Therapieeinheiten. Die Therapieeinheiten umfassten Physiotherapie und Ergotherapie, welche als Einzeltherapien oder als Gruppentherapien angeboten wurden. Der Fokus der Therapie nach Hüftfraktur lag insbesondere auf der individuellen Verbesserung der Alltagsmotorik. Die Einzel- und Gruppentherapien wurden jeweils als „aktiv“ (Therapien, die hauptsächlich „Stehen“ oder „Gehen“ beinhalten) oder „passiv“ (Therapien im „Sitzen“ oder „Liegen“) klassifiziert. Die Zuteilung der Therapien zu den unterschiedlichen Bereichen und die Klassifizierung sind im Anhang aufgeführt (Anhang I-1).

### **3.5 Messmethoden, Datenbearbeitung und Variablen**

Die motorischen Untersuchungen umfassten zum einen eine sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität, zum anderen funktionelle und biomechanische Analysen der körperlichen Leistungsfähigkeit (Funktion und Kapazität). Zusätzlich wurde in einem Interview mittels Fragebögen eine Reihe von Parametern erfasst. Die motorische Untersuchung der körperlichen Leistungsfähigkeit dauerte ca. 50 - 80 Minuten, je nach körperlicher Verfassung des Patienten. Für die interviewbasierten Fragebögen wurden ca. 30 Minuten eingeplant. Die Aktivitätsmessungen umfassten 9 Stunden (ohne Nacht).

#### **3.5.1 Erfassung der körperlichen Aktivität**

Die Messung der körperlichen Aktivität erfolgte zu den Untersuchungszeitpunkten  $T_1$ ,  $T_2$  (innerhalb der Reha) und  $T_{FU}$  (häusliche Umgebung) mittels Sensor.

Die körperliche Aktivität wurde zu allen drei Messzeitpunkten mit einem miniaturisierten kinematischen Sensor (Physilog, BioAGM, CH) detektiert. Dieser Sensor besteht aus einem dreiachsigen Beschleunigungsmesser (ADXL 202, analog device,  $\pm 2 g$ ) und einem einachsigen piezoelektrischen Gyroskop (ADXRS 150, analog device,  $\pm 200 \text{ }^\circ/\text{s}$ ). Der Physilog erfasst mit einer Abtastrate von 40 Hz Beschleunigungen in frontaler, vertikaler und horizontaler Richtung, welche auf einem Datenlogger gespeichert werden. Ferner registriert das Gyroskop Winkelgeschwindigkeiten in sagittaler Ebene.

Der Sensor wurde an zwei unterschiedlichen Personengruppen validiert: Parkinsonpatienten (Salarian, Russmann, Vingerhoets, Burkhard, & Aminian, 2007) und älteren Menschen (Najafi et al., 2003; Paraschiv-Ionescu et al., 2004). Sowohl die Sensitivität als auch die Spezifität für das Erfassen von „Gehen“, „Stehen“, „Sitzen“ und „Liegen“ sowie deren Übergänge lagen zwischen 87 % und 99 % (Najafi et al., 2003; Paraschiv-

Ionescu et al., 2004) und können somit als gut bis sehr gut eingestuft werden.

Während des Rehabilitationsaufenthaltes ( $T_1$  und  $T_2$ ) wurde die sensorbasierte Aktivitätsmessung jeweils einen Tag nach der dazugehörigen motorischen Untersuchung durchgeführt. Der Sensor wurde morgens vor 9 Uhr (vor der ersten Therapie) vom Untersuchungsleiter oder einer Hilfskraft über ein spezielles Gurtsystem am Patienten in Höhe des Sternums befestigt (Abbildung 3) und musste bis zum Zubettgehen getragen werden.



*Abbildung 3: Befestigung des Aktivitätssensors (eigene Aufnahme).*

Abends wurde der Sensor von der zuständigen Pflegekraft abgenommen. Die Start- und Ablegezeiten des Sensors wurden auf einem Dokumentationsblatt genau notiert. Die Patienten wurden instruiert, sich durch das Gerät in ihrem Tagesablauf nicht beeinflussen zu lassen. Da das Gerät sehr leicht (122 g) und klein (95 x 60 x 22 mm) ist, war ein ungestörtes Tragen bei normalen Alltagsbewegungen und in den Therapieeinheiten problemlos möglich. Mit Ausnahme von Massageanwendungen, Röntgen- oder CT-Untersuchungen sollte das Gerät tagsüber nicht abgelegt werden.

Musste der Sensor aus den genannten Gründen dennoch für einige Zeit abgelegt werden, so sollte er flach hingelegt werden, damit dieser keine Aktivität (= liegen) aufzeichnet. Die Anzahl und Art der an diesem Tag durchgeführten Therapieeinheiten wurden auf dem Dokumentationsblatt notiert. Zur Nachuntersuchung  $T_{FU}$  im häuslichen Umfeld legte der Untersuchungsleiter den Sensor am ersten Tag des Hausbesuchs morgens an und instruierte den Probanden, den Sensor bis zum Zubettgehen zu tragen, so dass eine Mindestmessdauer von 9 Stunden gewährleistet werden konnte. Zur vorübergehenden Abnahme des Sensors galt die gleiche Regelung wie bei den Messungen innerhalb des Rehabilitationsaufenthaltes. Auch hier wurde die Start- und Ablegezeit genau notiert. Am darauffolgenden Tag wurde der Sensor vom Untersuchungsleiter abgeholt und anschließend ausgewertet.

Die Auswertung der Daten erfolgte über eine vom Hersteller entwickelte Software (PA V3.2; nicht kommerziell). Hierzu wurden die Daten offline, via SD Karte ausgelesen und anschließend mit Hilfe der Start- und Ablegezeit analysiert. Über den gesamten Messzeitraum wurden die Anzahl und die Dauer [s] der einzelnen Geh-, Steh-, Sitz- und Liegephasen (inkl. der Übergänge) einer Person detektiert, woraus anschließend weitere Parameter („Uptime“, „durchschnittliche Gehepisodenlänge“, „längste Gehepisode“, „Anzahl der Gehepisoden“) berechnet werden konnten. Nachträglich wurden die gemessenen Zeiten zwecks besserer Anschaulichkeit in Minuten umgerechnet.

Die Parameter wurden wie folgt definiert:

- **Gehen** [s]: Wird erkannt als ein Intervall mit mindestens drei aufeinanderfolgenden Schritten,
- **Stehen** [s]: Wird erkannt als Position nach einem Sitz-Stand-Transfer und im Anschluss an einen Transfer als Intervall mit weniger als drei aufeinanderfolgenden Schritten,
- **Sitzen** [s]: Wird erkannt als Position nach einem Stand-Sitz- oder nach einem Liege-Sitz-Transfer,
- **Liegen** [s]: Wird erkannt über die Ausrichtung der Beschleunigungssensoren in Bezug zur Gravitationskraft.

Nach der Analyse wurden folgende Parameter für alle Probanden zu allen Messzeitpunkten berechnet und als Variablen genutzt:

- **kumulierte Gehzeit** ( $Geh_{kum}$ ) [s]: Definiert als die Summe aller als „Gehen“ erkannten Intervalle in Minuten,
- **Zeit auf den Beinen** ( $Uptime$ ) [s]: Definiert als die Summe aller als „Gehen“ und „Stehen“ erkannten Intervalle in Minuten,
- **durchschnittliche Gehepisodenlänge** ( $Epi_{länge}$ ) [min]: Definiert als die durchschnittliche Länge aller gemessenen Gehepisoden,
- **längste Gehepisode** ( $Geh_{max}$ ) [min]: Definiert als längstes kontinuierlich (ohne Unterbrechung) gemessenes „Gehen“-Intervall in Minuten (als mögliches Kapazitätsmaß innerhalb der Aktivitätsmessung),
- **Anzahl der Gehepisoden** ( $Epi_{anzahl}$ ): Definiert als die Anzahl aller gemessenen „Gehen“-Intervalle, als Maß für die Anzahl der Aktivitätswechsel.

Bedingt durch klinische Abläufe konnten die Messungen zu  $T_1$  und  $T_2$  häufig nicht zu genau derselben Zeit gestartet bzw. beendet werden (z. B. längerer Toilettenaufenthalt des Patienten, Abwesenheit, verspätetes Aufstehen usw.). Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Aktivitätsmessungen daher auf ein Zeitfenster von 9 Stunden reduziert. Analysiert wurden die Messungen für den Zeitraum von 9 bis 18 Uhr. In wenigen Ausnahmefällen konnte der Sensor aus den zuvor genannten Gründen zu  $T_1$  bei fünf Personen und zu  $T_2$  bei sieben Personen erst nach 9 Uhr gestartet werden. Die Auswertung beider Messungen richtete sich nach der Startzeit der späteren Messung und wurde über das gleiche (etwas verspätete) Zeitfenster ausgewertet. In weiteren vier Ausnahmefällen musste die Auswertung der Sensordaten vor 9 Uhr beginnen, nämlich dann, wenn der Sensor vor 18 Uhr abgelegt wurde. Die Auswertung beider Messungen richtete sich nach der Startzeit der früheren Messung und wurde über das gleiche (etwas frühere) Zeitfenster ausgewertet. Die Startzeit beider Auswertungen ( $T_1$  und  $T_2$ ) richtete sich somit nach der früheren Messung des Probanden. Durch diese beiden Verfahren konnte eine minutengenaue

Überlappung der Zeitfenster und somit eine Vergleichbarkeit beider Messungen ( $T_1/T_2$ ) gewährleistet werden. Eine Aufstellung der Probanden mit abweichenden Zeitintervallen befindet sich im Anhang (Anhang I-2; Anhang I-3).

Bei einer Person konnte zu  $T_1$  und bei vier Personen zu  $T_2$  keine Gesamtmessdauer von 9 Stunden erreicht werden. Um dennoch beide Messzeitpunkte miteinander vergleichen zu können, wurden die kürzeren Messungen auf 9 Stunden imputiert. Die fehlende Zeit wurde, gemäß der beim selben Individuum zu diesem Messzeitpunkt beobachteten Aktivitätsverteilung, prozentual anteilig auf die einzelnen Aktivitäten verteilt. Im Durchschnitt (bei  $n = 5$ ) mussten die unvollständigen Messungen um  $36,51 \pm 21,31$  Minuten verlängert werden. Darüber hinaus wurde darauf geachtet, dass die imputierte und die vollständige Messung über das größtmögliche gemeinsame Zeitfenster ausgewertet wurden.

Die  $T_{FU}$ -Messung im häuslichen Umfeld wurde ebenfalls für einen Zeitraum von 9 Stunden analysiert. Meistens konnten hier jedoch aufgrund der zeitlichen Organisation des Hausbesuchs Startzeiten vor 9 Uhr nicht realisiert werden ( $n = 38$ ). Beim Analysieren der  $T_{FU}$ -Messung wurde jedoch auf eine größtmögliche Überschneidung des Zeitfensters geachtet, um eine bessere Vergleichbarkeit mit den Messungen, die während der Rehabilitation durchgeführt wurden, zu gewährleisten. Eine Imputierung der  $T_{FU}$ -Messung war in vier Fällen nötig. Im Mittel mussten diese unvollständigen Messungen um  $56,02 \pm 15,64$  Minuten verlängert werden.

#### **3.5.2 Erfassung der körperlichen Leistungsfähigkeit**

Die Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit (Funktion und Kapazität) erfolgte zu den Untersuchungszeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$  mittels funktionellen und biomechanischen Messverfahren.

### 3.5.2.1 Funktionelle Messungen

Zur Überprüfung der körperlichen Leistungsfähigkeit wurden solche funktionellen Messungen ausgewählt, die standardmäßig in der geriatrischen Rehabilitation durchgeführt werden.

#### 3.5.2.1.1 Short Physical Performance Battery und deren Teilkomponenten

Die Short Physical Performance Battery (SPPB) ist eine Messskala zur Untersuchung der körperlichen Leistungsfähigkeit älterer Menschen, speziell der Funktion der unteren Extremitäten. Sie erfasst ein breites Spektrum des Funktionsstatus älterer, zuhause lebender Menschen und erlaubt Vorhersagen hinsichtlich Mortalität und Heimeinweisungen (Guralnik et al., 2000).

Die SPPB besteht aus drei Teilkomponenten, dem „Gleichgewicht im Stand“, der „habituellen Gehgeschwindigkeit“ und dem „Aufstehen von einem Stuhl“. Die Ergebnisse dieser drei Untersuchungen werden als Summenscore zusammengefasst. Zur Scoreberechnung wurden die Ergebnisse der Gesamtgruppe der einzelnen Tests des ersten Testzeitpunktes ( $T_1$ ) zunächst in Quartile eingeteilt. Anschließend wurden für die einzelnen Quartile Punkte verteilt (0-4 Punkte). Dem besten Quartil wurden 4 Punkte zugeteilt, das schlechteste Quartil bekam 1 Punkt. War der Test nicht durchführbar, wurden 0 Punkte vergeben. Die Summe der Punkte (0-12 Punkte), die in den drei Untersuchungen erreicht wurden, ergab den Scorewert und wurde als Variable genutzt (Guralnik et al., 1994). Zur besseren Vergleichbarkeit der einzelnen Messzeitpunkte wurde die SPPB-Auswertung des Messzeitpunktes  $T_2$  mit den Quartileinteilungen von  $T_1$  berechnet. Da die SPPB auf Quartileinteilungen (einer zugrunde liegenden Gruppe) beruht, ist diese jedoch für die laufende klinische Routine, bei der die Betrachtung individueller Veränderungen im Mittelpunkt steht, nicht geeignet. Sie kann jedoch bei *post hoc* Betrachtungen zusätzliche, die ganze Gruppe betreffende, Informationen liefern.

Jede Teilkomponente liefert jedoch neben ihrem Anteil am SPPB-Summenscore auch eine eigene Variable, die für die klinische Routine geeignet ist. Im Folgenden werden diese Teilkomponenten der SPPB erläutert. Für die geriatrischen Probanden wurde sie aus Gründen der Praktikabilität, im Vergleich zu den Originalanweisungen, leicht modifiziert durchgeführt:

Das **Gleichgewicht im Stand** (G<sub>St</sub>) wurde in vier verschiedenen Positionen überprüft:

- *Offener Stand*: Die Füße standen etwa hüftbreit auseinander und waren dabei parallel.
- *Geschlossener Stand*: Die Füße berührten sich seitlich mit der Innenseite und waren dabei parallel. Konnte der Patient aufgrund anatomischer oder krankheitsbedingter Besonderheiten den geschlossenen Stand nicht einnehmen, so sollte er den Test in einer möglichst engen Fußstellung durchführen.
- *Semi-Tandem-Stand*: Die Füße standen parallel aber versetzt, so dass die große Zehe des hinteren Fußes die Ferse des vorderen Fußes seitlich berührte.
- *Tandem-Stand*: Die Füße standen direkt hintereinander auf einer gedachten Linie. Dabei berührten die Fußspitzen des hinteren Fußes die Ferse des vorderen Fußes.

Begonnen wurde mit der einfachsten Position, dem offenen Stand. Konnte der Patient in der geforderten Position 10 Sekunden frei stehen, d. h. ohne sich festzuhalten und ohne die Füße zu versetzen, so wurde die nächst schwierigere Position durchgeführt. Dem Untersucher war es erlaubt, dem Patienten beim Einnehmen der Position Hilfestellung zu leisten. Die Messung begann erst, sobald der Untersucher den Patienten losließ. Der Patient hatte in jeder auszuführenden Position nur einen Versuch. Der Untersucher blieb aus Gründen der Sicherheit neben dem Patienten stehen. Die Zeit wurde mit einer Stoppuhr gestoppt. Als

Variable wurde die Summe der frei gestandenen Sekunden aller Positionen berechnet (0-40) [s].

Die **habituelle Gehgeschwindigkeit** ( $V_{\text{hab}}$ ) wurde über eine Strecke von 10 Metern gemessen. Sowohl vor als auch nach diesen 10 Metern wurden jeweils 3 Meter zum Beschleunigen und 3 Meter zum Auslaufen in die Gehstrecke mit eingeschlossen, die jedoch nicht mit in die Zeitmessung eingingen (Lindemann et al., 2008). Die Gesamtstrecke betrug somit 16 Meter. An den Enden der Gesamtstrecke stand jeweils ein Stuhl, um dem Patienten eine bessere Orientierung über die zurückzulegende Strecke zu geben und um, falls nötig, Pausen zwischen den einzelnen Gangversuchen anbieten zu können. Die gewohnten Hilfsmittel durften, wenn nötig, genutzt werden. Der Untersuchungsleiter lief zur Sicherheit während den Messungen neben dem Patienten her. Um die Gehgeschwindigkeit des Patienten nicht zu beeinflussen, ging der Untersuchungsleiter seitlich leicht versetzt hinter dem Patienten. Die Zeit auf 10 Metern wurde mit einer Stoppuhr gestoppt. Der Test wurde zweimal durchgeführt. Als Variable wurde der Mittelwert der Gehgeschwindigkeit beider Versuche berechnet [m/s]. Konnte der Test nur einmal durchgeführt werden, so ging dieser Wert alleine in die Analyse mit ein.

Um das **Aufstehen vom einem Stuhl** (Five-Chair-Rise-Test; 5CR) zu überprüfen, wurde der Patient instruiert fünf Mal hintereinander in seiner habituellen Geschwindigkeit von einem Stuhl (Standardsitzhöhe 46 cm) aufzustehen und sich wieder hinzusetzen. Der Stuhl wurde mit der Rückenlehne an einen feststehenden Schreibtisch gestellt. Hierdurch konnte der Stuhl beim Durchführen des Tests nicht nach hinten verrutschen. Darüber hinaus war durch diese Konstruktion der Kopfbereich frei, so dass keine Kopfverletzungsgefahr für den Patienten bestand. In der Ausgangsposition sollten der Rücken angelehnt sein und die Füße parallel und hüftbreit nebeneinander auf dem Boden stehen. Kleinen Personen wurde erlaubt, soweit auf dem Stuhl nach vorne zu rücken, bis die Füße den Boden berührten. Nach dem Aufstehen sollte

der Patient eine aufrechte Position einnehmen, nach dem Hinsetzen die Rückenlehne mit dem Rücken berühren. Die Benutzung der Armlehne war erlaubt, falls für den Patienten ein Aufstehen ohne Zuhilfenahme der Armlehne nicht möglich war. Der Untersucher stand aus Sicherheitsgründen neben dem Stuhl. Die Zeit wurde mit einer Stoppuhr gestoppt. Der Test wurde zweimal durchgeführt. Als Variable wurde der Mittelwert beider Versuche berechnet [s]. Konnte der Test nur einmal durchgeführt werden, so ging dieser Einzelwert in die Analyse mit ein.

#### 3.5.2.1.2 Timed Up & Go-Test

Der Timed Up & Go-Test (TUG) ist ein Test zur Überprüfung der funktionellen Mobilität älterer Menschen. Darüber hinaus überprüft er die motorische und kognitive Fähigkeit verschiedene Bewegungsformen aneinanderreihen zu können (Podsiadlo & Richardson, 1991). Der Test wurde in leicht modifizierter Form durchgeführt: Der Patient wurde aufgefordert in seiner normalen Geschwindigkeit von einem Stuhl (Standardsitzhöhe 46 cm) aufzustehen, 3 Meter bis zu einem Markierungskegel zu gehen, um diesen Kegel herum zu gehen, zum Stuhl zurückzukehren und sich anschließend wieder hinzusetzen. Die gewohnten Hilfsmittel durften, wenn nötig, benutzt werden. Der Untersuchungsleiter ging aus Sicherheitsgründen neben dem Patienten her. Die Zeit wurde mit einer Stoppuhr gestoppt. Der Test wurde zweimal durchgeführt. Als Variable wurde der Mittelwert beider Versuche genommen [s]. Konnte der Test nur einmal durchgeführt werden, so ging dieser Einzelwert in die Analyse mit ein.

#### 3.5.2.1.3 Zwei-Minuten-Gehtest

Der Zwei-Minuten-Gehtest (bzw. Two-Minute-Walk-Test; 2MWT) ist ein Test zur Erfassung der funktionellen Kapazität älterer Menschen (Brooks, Davis, & Naglie, 2007). Der Patient wurde instruiert, zwei Minuten, wenn möglich ohne Unterbrechung, in seiner normalen Gehgeschwindigkeit zu gehen. Die gewohnten Hilfsmittel durften, wenn nötig, benutzt werden. Der Test wurde im Flur der geriatrischen

Rehabilitationsklinik durchgeführt, so dass eine ausreichend lange Strecke vorhanden war. Die Strecke wurde mit einem Messrad (DUORAD, Fa. Feltes, Ratingen Germany), welches eine Hilfskraft während des Tests hinter dem Patienten herführte, ausgemessen. Während des Tests begleitete der Untersuchungsleiter den Patienten aus Sicherheitsgründen. Die Zeit wurde mit einer Stoppuhr gestoppt. Waren Pausen nötig, lief die Zeit weiter. Als Variable wurde die in zwei Minuten zurückgelegte Gesamtstrecke des Patienten verwendet [m].

#### 3.5.2.2 Biomechanische Messungen

Wie in Kapitel 2.2.2 näher erläutert, gehen mit der Verwendung von funktionellen Messverfahren in der geriatrischen Rehabilitation bestimmte Probleme einher. Ein Problem stellt die Erfüllung der Gütekriterien dar. Aus diesem Grunde wurden in der vorliegenden Studie zusätzliche den Gütekriterien entsprechende biomechanische Messungen der körperlichen Leitungsfähigkeit (Funktion und Kapazität) mit einbezogen. Die biomechanischen Messungen wurden so ausgewählt, dass sie neben den funktionellen Messungen zusätzliche Parameter liefern.

##### 3.5.2.2.1 Ganganalyse

Parallel zur funktionellen Messung der habituellen Gehgeschwindigkeit innerhalb der SPPB wurde eine biomechanische Ganganalyse mittels Sensormatte (GAITRite<sup>®</sup>, CIR Systems, USA) durchgeführt (Cutlip, Mancinelli, Huber, & DiPasquale, 2000), um weitere Parameter zur Beurteilung des Gangs zu erhalten. Der Fokus wurde hier auf einen geschwindigkeitsunabhängigen Parameter gelegt. Die Sensormatte (Abbildung 4) ist insgesamt 4,60 m lang und enthält Druckrezeptoren, die sich flächendeckend innerhalb der Matte befinden (Länge/Breite der aktiven Zone 366 x 61 cm; 13824 Sensoren). Diese erkennen mit einer Abtastrate von 60 Hz jeden Kontakt mit der Matte und senden spatio-temporale Informationen über ein Kabel an einen Computer, wo die Daten über eine Anwendungssoftware (GAITRite<sup>®</sup> V3.6D4) manuell

bereinigt werden können. Anschließend wird das Gangbild analysiert und die Daten werden numerisch bereit gestellt.



*Abbildung 4: Ganganalyse mittels Sensormatte (eigene Aufnahme).*

Die Ganganalyse mittels Sensormatte wurde aus ökonomischen Gründen parallel zur funktionellen Messung der habituellen Gehgeschwindigkeit durchgeführt. Hierbei lag die Matte innerhalb des 10 m-Messbereichs der funktionellen Messung, so dass bei einem Gang beide Messungen durchgeführt werden konnten. Da die Sensormatte nur wenige Millimeter dick ist, konnte ein ungestörter Gang selbst mit Hilfsmitteln gewährleistet werden. Es mussten keine gesonderten Instruktionen gegeben werden. Der Patient wurde aufgefordert, über die Matte zu gehen, jedoch ohne sie zu beachten. Neben den zwei Versuchen in „habituellem“ Gehgeschwindigkeit wurden weitere zwei Versuche in „betont langsamer“ und weitere zwei in „maximaler“ Gehgeschwindigkeit durchgeführt. War eine Person körperlich nicht in der Lage, sechs Mal in den geforderten Gehgeschwindigkeiten über die Sensormatte zu gehen, so wurde die Anzahl der Gänge so weit reduziert, dass mindestens ein Gang in jeder Geschwindigkeit erfasst wurde. War

auch dies dem Patienten nicht möglich, so wurde nur ein Gang in der habituellen Gehgeschwindigkeit durchgeführt. Konnte der Patient keinen Durchgang bewältigen, so wurde der Test als „nicht durchführbar“ gewertet. Während des Tests ging der Untersuchungsleiter aus Sicherheitsgründen neben dem Patienten her. Eine Hilfskraft übernahm die Bedienung des Computers.

Aus den so erhaltenen unterschiedlichen objektiven Parametern (z. B. Kadenz, Schritt- und Schreitlänge, Spurbreite usw.), die sich zu einer Beurteilung des Gangs anbieten (Bilney et al., 2003; Cutlip et al., 2000; Maki, 1997; Menz, Latt, Tiedemann, Mun San, & Lord, 2004), wurde folgender Parameter ausgewählt:

- **Durchschnittliche Einzelstützphasendifferenz** ( $GA_{SSdiff}$ ) [%]:  
Definiert als der Mittelwert aller Differenzen (ausgedrückt als prozentualer Anteil an der Zeit des Gesamtschrittzklus) zwischen alleinigem Bodenkontakt des rechten und alleinigem Bodenkontakt des linken Fußes.

Auswahlkriterium war die Unabhängigkeit von der Gehgeschwindigkeit. Bei einem normalen Gang, entfallen, unabhängig von der Geschwindigkeit, ca. 40 % des Gesamtzyklus auf die Einzelstützphase, ca. 60 % auf die Doppelstützphase (Perry, 1992). Pathologische Veränderungen (schmerz- oder kraftbedingt), wie sie nach einer PFF auftreten, resultieren häufig in einer Verschiebung dieser Phasenteile zu Gunsten der Doppelstützphase (Erhöhung der Stabilität). Mit dem in dieser Studie verwendeten Parameter der durchschnittlichen Einzelstützphasendifferenz wird die pathologisch bedingte Abweichung innerhalb der Einzelstützphasen der betroffenen Extremität von der nichtbetroffenen Extremität ausgedrückt. Dabei wird folgendes angenommen: Je höher diese Differenz, umso größer ist die Beeinträchtigung des Gangs.

#### 3.5.2.2.2 Analyse der Aufstehbewegung

Neben der funktionellen Messung der Aufstehbewegung innerhalb der SPPB wurde auch eine biomechanische Analyse der Aufstehbewegung mittels Kraftmessplatten (PowerChair, Soehnle, Deutschland) durchgeführt. Diese Untersuchung liefert über eine Kraft/Zeit-Analyse sowohl quantitative Parameter zur Beurteilung der Aufstehleistung als auch Parameter zur Aufstehqualität (Lindemann et al., 2003). Die Apparatur (Abbildung 5) besteht aus zwei handelsüblichen, kalibrierten Personenwaagen, die mit einer Abtastrate von 142 Hz die vertikalen Bodenreaktionskräfte über die Zeit erfassen. Die Signale der beiden Platten werden über einen 2-Kanal-Konverter digitalisiert und an einen Computer weitergegeben, wo die Daten über eine spezielle Software (PowerChair V2.8; nicht kommerziell) zusammengeführt und analysiert werden. Die Daten können sowohl numerisch, als auch graphisch (als Kurve der Bodenreaktionskräfte über die Zeit) ausgegeben werden (Lindemann et al., 2003).



*Abbildung 5: PowerChair (eigene Aufnahme).*

Da die Apparatur eine Höhe von 8 cm hatte, wurde ein höherer Stuhl verwendet, um die Standardsitzhöhe von 46 cm zu gewährleisten

(vgl. Abbildung 5). Nachdem der Patient die richtige Sitzposition eingenommen hatte (jeder Fuß auf einer Messplatte, den Rücken an der Lehne; kleinen Personen wurde auch hier erlaubt, soweit auf dem Stuhl nach vorne zu rücken, bis die Füße die Platten berührten), wurde er aufgefordert, in seiner normalen Geschwindigkeit vom Stuhl aufzustehen und anschließend für einige Sekunden so ruhig wie möglich stehen zu bleiben, bis die Gesamtmessdauer von 7 Sekunden vorüber war. Die Messplatten waren so eingestellt, dass beim Überschreiten einer bestimmten Belastungsschwelle (etwas größer als die Gewichtskraft der Beine) die Messung automatisch startete. Diese Schwelle wurde durch das Aufstehen erreicht. In die anschließende Analyse wurde die Sekunde vor dem Auslösen der Messung mit eingeschlossen, um die komplette Aufstehbewegung inklusive Vorbereitungsphase abbilden zu können. Das Benutzen der Armlehne war erlaubt, falls für den Patienten ein Aufstehen ohne Zuhilfenahme der Armlehne nicht möglich war. War auch dies nicht möglich, so wurde der Test als „nicht durchführbar“ gewertet. Während des Tests stand der Untersucher aus Sicherheitsgründen seitlich neben dem Patienten. Eine Hilfskraft übernahm die Bedienung des Computers. Der Test wurde zweimal durchgeführt. Der schnellere (gemessen an der dynamischen Aufstehzeit) der beiden Versuche wurde gewertet.

Als Variablen haben sich folgende Parameter bewährt (Lindemann et al., 2003; Lindemann et al., 2007):

- **Maximale Bodenreaktionskraft ( $PC_{Fmax}$ ) [N]**: Definiert als die größte auftretende vertikale Bodenreaktionskraft (vertikal nach unten gerichteter Druck auf die Oberfläche) während der Aufstehbewegung,
- **Dynamische Aufstehzeit ( $PC_{dyn}$ ) [s]**: Definiert als Zeit von Beginn der Vorbereitungsphase bis zum Ende der Aufstehbewegung inklusive der anschließenden Stabilisierungsphase,
- **Differenz der Belastungsmaxima rechts-links ( $PC_{diff}$ ) [N]**: Definiert als vorzeichenfreie Kraftdifferenz zwischen dem rechten

und dem linken Bein zum Zeitpunkt des Belastungsmaximums der Aufstehbewegung.

#### 3.5.2.2.3 Symmetrie und Belastungsmaximum im Stand

Neben der biomechanischen Analyse der Aufstehbewegung wurde mit den verwendeten Kraftmessplatten (PowerChair, Soehnle, Deutschland; Abbildung 5) auch die Standsymmetrie gemessen. Hierbei wurde der Patient aufgefordert, sich so auf die Kraftmessplatten zu stellen, dass jeweils ein Bein auf einer Platte steht. Anschließend sollte er eine für ihn „normale“ aufrechte Standposition einnehmen. Dem Patienten wurde vorher nicht mitgeteilt, dass es sich um eine Symmetriemessung handelt.

In einer weiteren Messung sollte der Patient zuerst sein Körpergewicht so weit wie möglich auf das nicht operierte Bein verlagern, anschließend so weit wie möglich (ohne Schmerzen) auf das operierte Bein. Das jeweils nicht belastete Bein sollte aus Sicherheitsgründen nicht ganz vom Boden abgehoben werden. Für jede Position wurde eine Messung durchgeführt. Der Untersucher stand aus Sicherheitsgründen vor dem Patienten. Die Messungen wurden von einer Hilfskraft manuell gestartet und dauerten jeweils 7 Sekunden. Als Variable wurden folgenden Parameter genutzt:

- **Standdifferenz ( $Sym_{diff}$ )** [N]: definiert als Differenz zwischen dem rechten und dem linken Bein während des normalen aufrechten Standes,
- **Max. Belastungsdifferenz ( $Bel_{diff}$ )** [N]: definiert als Differenz zwischen der maximal möglichen Belastung des rechten und des linken Beines.

#### 3.5.2.2.4 Isometrische Handkraftmessung

Die isometrische Handkraftmessung ist ein in der Geriatrie weit verbreiteter Test zur Einschätzung der generellen Muskelkraft älterer Menschen. Verschiedenen Literaturstellen zufolge korreliert diese hoch mit dem Sturzrisiko, verminderter Selbsthilfefähigkeit und einer erhöhten

Mortalität (Cooper, Barker, & Wickham, 1988; Hyatt, Whitelaw, Bhat, Scott, & Maxwell, 1990; Phillips, 1986).

Der sitzende Patient wurde aufgefordert, zuerst mit der einen Hand, dann mit der anderen Hand ein Messgerät (Jamarmeter, MSD, Belgien; Abbildung 6) so kräftig wie möglich für wenige Sekunden zusammenzudrücken. Jede Hand wurde dreimal gemessen. Als Variable wurde die Differenz des Durchschnitts der drei Messungen jeder Hand berechnet ( $HK_{diff}$ ) [kg].



*Abbildung 6: Messgerät zur isometrischen Handkraftmessung (eigene Aufnahme).*

#### 3.5.2.2.5 Isometrische Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur

Dieser Test wurde durchgeführt, um speziell die Kraft der Kniestreckmuskulatur (Musculus quadriceps femoris) zu messen (Hsieh & Phillips, 1990). Der Patient saß auf einem erhöhten Stuhl (54 cm), mit dem Rücken die Lehne berührend, so dass die Beine frei in der Luft hingen. Er umfasste das zu untersuchende Bein mit beiden Händen oberhalb des Knies am Oberschenkel und fixierte es. Hierdurch wurde der Hüftwinkel auf etwa 90° eingestellt und es wurde vermieden, dass durch eine Rückneigung des Oberkörpers zusätzliche Hilfsmuskulatur eingesetzt werden konnte. Der Kniewinkel betrug ebenfalls ca. 90°.

Anschließend wurde der Proband aufgefordert, das Bein im Kniegelenk so kräftig wie möglich zu strecken. Dabei wurde die Streckung vom Untersuchungsleiter unterdrückt, indem er das isometrische Kraftmessgerät (MicroFET 2, Biometrics, Niederlande) knapp oberhalb des Fußgelenkes entgegenhielt (Abbildung 7). Nach jeweils zwei Versuchen wurde das andere Bein untersucht. Neben dem vom Messgerät abgelesenen Wert wurde auch die Hebellänge (Abstand des Kniegelenkspalts bis zum Ansatzpunkt des Messgerätes) für jedes Bein bestimmt. Als Variable wurde die Rechts-Links Differenz der Drehmomente des besseren der beiden Versuche berechnet ( $BK_{diff}$ ) [ $Nm$ ].



*Abbildung 7: Isometrische Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur (eigene Aufnahme).*

### 3.5.3 Untersuchungsprotokoll

Die Durchführung der beschriebenen Tests dauerte pro Testzeitpunkt zwischen 50 und 90 Minuten. Um fehlende Angaben aufgrund von frühzeitigen Erschöpfungszuständen der Patienten während der Messung zu vermeiden, wurden ausreichend Pausen zwischen den einzelnen Tests angeboten. Bis auf die Ganganalyse, der TUG-Test und der 2MWT wurden alle Untersuchungen in einem Untersuchungsraum durchgeführt, der von äußeren Störfaktoren abgeschirmt war. Zusätzlich zu den oben beschriebenen Tests wurden zu Beginn der Untersuchung noch allgemeine anthropometrische Daten (Größe, Sitzgröße, Gewicht) der Patienten erhoben. Die Tests wurden in folgender Reihenfolge durchgeführt:

1. Erhebung anthropometrischer Daten
2. Funktionelle Gleichgewichtsmessung im Stand (SPPB)
3. Ganganalyse (GAITRite<sup>®</sup>) + habituelle Gehgeschwindigkeit (SPPB)
4. fünfmaliges Aufstehen von einem Stuhl (SPPB)
5. isometrische Handkraftmessung
6. Biomechanische Analyse der Aufstehbewegung (PowerChair)
7. Standsymmetrie und Belastungsmaximum
8. isometrische Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur
9. Timed Up & Go-Test
10. Zwei-Minuten Gehstrecke

### 3.5.4 Messung fragebogenbasierter Parameter

Fragebogenbasierte Parameter wurden zum einen als Screening-Parameter (Kognition, Komorbidität) erhoben; zum anderen wurden zu den Untersuchungszeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> die Bereiche „Alltagsfunktionen“, „Mobilität“, „Lebensqualität“, „Sturzangst“, „Schmerzen“ und „Depressivität“ (Depressivität nur T<sub>1</sub>) erfasst. Alle Fragebögen wurden zusammenhängend in Form eines Interviews durchgeführt. Die Erhebung der fragebogenbasierten Parameter dauerte zwischen 20 und 30 Minuten und wurde im Patientenzimmer durchgeführt.

#### 3.5.4.1 Kognition

Der kognitive Zustand der Patienten wurde zum Testzeitpunkt  $T_1$  über den Short Orientation-Memory-Concentration-Test (SOMC) eingeschätzt (Katzman et al., 1983). Dieser Test umfasst insgesamt 6 unterschiedlich gewichtete Items zu den Bereichen „zeitliche Orientierung“, „Gedächtnis“ und „Konzentration“. Es können Scorewerte zwischen 0 (alle Fragen richtig beantwortet) und 28 (keine Frage richtig beantwortet) Punkten erreicht werden. Ein Scorewert über 10 Punkte deutet auf eine kognitive Einschränkung hin.

#### 3.5.4.2 Komorbidität

Der Grad der Komorbidität der Patienten wurde zum Testzeitpunkt  $T_1$  über den Charlson-Komorbiditätsindex erfasst (CKI; Charlson, Pompei, Ales, & MacKenzie, 1987). Dieser Index erfasst 19 Begleiterkrankungen älterer Menschen und teilt ihnen, je nach Relevanz, einen Punktwert (1, 2, 3 oder 6 Punkte) zu. Die Summe dieser Punktwerte ergibt den Score (0-37).

#### 3.5.4.3 Alltagsfunktionen

Der Barthel-Index (BI) gilt als Standarderhebung in der Rehabilitation älterer Menschen (Mahoney & Barthel, 1965). Er erfasst die Selbständigkeit eines Patienten in den Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL), wie z. B. Essen, Toilettengänge, Mobilität usw. Der BI ist Teil der pflegerischen Aufnahme der Patienten und wird von der betreuenden Pflegekraft bei Aufnahme und im Verlauf ausgefüllt. Dabei wird in 10 Items eingeschätzt, was der Patient im Stationsalltag tatsächlich „tut“, nicht was er „könnte“. Ein Scorewert zwischen 0 (total hilfsbedürftig) und 100 (unabhängig in den ADLs) Punkten ist möglich. Für die vorliegende Studie wurde der BI zu den Testzeitpunkten  $T_1$  (Eingangs-Barthel) und  $T_2$  (Zwischen-Barthel) erhoben.

#### 3.5.4.4 Mobilität

Um zu erfassen, wie der Patient selbst seine Einschränkungen in der Mobilität zu den verschiedenen Testzeitpunkten einschätzt bzw.

wahrnimmt, wurde der Rivermead Mobility-Index (RMI) zu T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> durchgeführt (Collen, Wade, Robb, & Bradshaw, 1991). Der RMI besteht aus 15 dichotomisierten Items, die sowohl die Grundmobilität (z. B. Drehen im Bett), als auch die selbst gewählte Mobilität (z. B. außerhalb der Wohnung umhergehen) einer Person abfragen. Ein Scorewert zwischen 0 und 15 Punkten ist möglich, wobei 15 die volle Mobilität bedeutet.

#### 3.5.4.5 Lebensqualität

Die Lebensqualität der Patienten wurde zu den verschiedenen Testzeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> über den EQ-5D erhoben (EQ; EuroQol Group, 1990). Dieser Fragebogen besteht aus 5 Items mit jeweils 3 Antwortmöglichkeiten zu den Bereichen „Beweglichkeit/Mobilität“, „Selbständigkeit“, „allgemeine Tätigkeiten“, „Schmerzen/körperliche Beschwerden“ und „Angst/Niedergeschlagenheit“. Die Einstufung der Antworten erfolgt von 1 (keine Probleme) bis 3 (große Probleme). Jede mögliche Antwortkombination erhält, je nach Relevanz für die Lebensqualität, einen Gewichtungsfaktor. So können Scorewerte zwischen -0,205 bis 1,00 erreicht werden, wobei 1,00 den besten Wert darstellt (alle Fragen mit „1“ beantwortet).

#### 3.5.4.6 Schmerz

Die Schmerzen im betroffenen Bein wurden zu den Testzeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> über den Teilbereich „Schmerzen“ des Western Ontario and McMaster University-Fragebogens (WOMAC) erfasst (Bellamy, Buchanan, Goldsmith, Campbell, & Stitt, 1988). Der Patient sollte seine Schmerzen in fünf verschiedenen Situationen (Gehen auf ebenem Boden, Treppengehen, nachts im Bett, Liegen und Sitzen, aufrecht Stehen) auf einer Skala von 0 (keinerlei Schmerzen) bis 10 (extrem starke Schmerzen) einschätzen. Der Scorewert wird aus der Summe der fünf Antworten errechnet. Dieser liegt zwischen 0 und 50, wobei 0 den besten Wert darstellt.

#### 3.5.4.7 Sturzangst

Diese Sturzangst bzw. sturzbezogene Selbstwirksamkeit wurde zu den Testzeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> über die Falls Efficacy Scale-International (FES-I) erhoben (Yardley et al., 2005; Dias et al., 2006). Die FES-I besteht aus 16 Fragen zu verschiedenen Situationen des Alltags mit jeweils 4 Antwortmöglichkeiten (von 1 „keinerlei Bedenken hinzufallen“ bis hin zu 4 „sehr hohe Bedenken hinzufallen“). Der Scorewert ergibt sich aus der Summe der 16 Antworten. Dieser liegt zwischen 16 und 64, wobei 64 sehr hohe Bedenken in allen Situationen bedeutet.

#### 3.5.4.8 Depressivität

Das Vorhandensein von depressiven Symptomen wurde zum Testzeitpunkt T<sub>1</sub> über die Geriatric Depression Scale (GDS) erhoben (Yesavage et al., 1982). Diese besteht aus 15 dichotomisierten Fragen zu der allgemeinen Lebenszufriedenheit von geriatrischen Patienten. Ein Scorewert zwischen 0 (keine Symptome) und 15 (schwere Symptomatik) ist möglich. Ein Scorewert über 5 deutet auf eine mögliche Depression hin.

Die folgende Tabelle (Tabelle 2) gibt einen Überblick, welche Untersuchungen zu welchen Testzeitpunkten durchgeführt wurden.

Tabelle 2: Assessments zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten.

<b>Art der Messung</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>FU</sub></b>
<b>Körperliche Aktivität</b>			
Sensorbasierte Messung	x	x	x
<b>Funktionelle Messverfahren</b>			
Short Physical Performance Battery	x	x	
(Gleichgewicht im Stand)	(x)	(x)	
(Habituelle Gehgeschwindigkeit)	(x)	(x)	
(Aufstehen von einem Stuhl)	(x)	(x)	
Timed Up & Go-Test	x	x	
Zwei-Minuten-Gehtest	x	x	
<b>Biomechanische Messverfahren</b>			
Ganganalyse	x	x	
Analyse der Aufstehbewegung	x	x	
Symmetrie u. Belastungsmaximum/Stand	x	x	
Isometrische Handkraftmessung	x	x	
Isometrische Kraftmessung d. Kniestrecker	x	x	
<b>Fragebögen</b>			
Kognition	x		
Komorbidität	x		
Alltagsfunktionen	x	x	
Mobilität	x	x	
Lebensqualität	x	x	
Schmerz	x	x	
Sturzangst	x	x	
Depressivität	x		
<b>Anthropometrische Daten</b>			
	x		
<b>Anzahl und Art der Therapieeinheiten</b>			
	x	x	

x durchgeführtes Assessment; T<sub>1</sub>: Eingangsuntersuchung (1Tag nach Aufnahme);

T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>); T<sub>FU</sub>: *Follow-Up*-Untersuchung (16 Wochen nach T<sub>1</sub>)

### 3.6 Statistik

Die erhobenen Daten wurden mit Hilfe der Statistiksoftware SPSS<sup>®</sup>, Version 16.0 für Windows, ausgewertet.

Aufgrund des explorativen Charakters dieser Beobachtungsstudie wurde *post hoc* keine Fallzahlberechnung durchgeführt. Die Gesamtfallzahl ergab sich aus dem maximal zur Verfügung stehenden Beobachtungszeitraum der Studie. Es wurden alle in Frage kommenden Patienten in der gegebenen Zeit rekrutiert.

Für zwei Fragestellungen wurde die Gesamtgruppe in drei aktivitätsspezifische Subgruppen eingeteilt. Diese Einteilung erfolgte durch Dritteln der Gesamtgruppe anhand der Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub> bzw. zu T<sub>2</sub>.

Die erhobenen Variablen wurden mit Hilfe der üblichen deskriptiven Kennwerte Mittelwert (M), Standardabweichung (SD), Median (med) und mittlerem Quartilsabstand (MQA) sowie (teilweise) mit der Angabe von Minimum und Maximum (Min-Max) dargestellt. Zeitliche Veränderungen wurden als relative Veränderungen in Prozent ausgedrückt (am Median).

Eine Prüfung auf Normalverteilung der Variablen wurde mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests durchgeführt. Da die meisten Variablen, vor allem aber die abhängigen Variablen, keine Normalverteilung aufwiesen, wurden im Folgenden parameterfreie Tests verwendet.

Zur Überprüfung von linearen Zusammenhängen zwischen Variablen wurde aufgrund der Nicht-Normalverteilung der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Der Korrelationskoeffizient  $r$  kann einen Wertebereich zwischen -1,0 und 1,0 annehmen und zeigt an, inwieweit zwischen den Datensätzen ein linearer Zusammenhang besteht. Zur Interpretation der Korrelationskoeffizienten wurden folgende Abstufungen benutzt (Bühl, 2008):

- bis 0,2 = sehr geringe Korrelation,
- bis 0,5 = geringe Korrelation,
- bis 0,7 = mittlere Korrelation,

- bis 0,9 = hohe Korrelation und
- über 0,9 = sehr hohe Korrelation.

Gleiches gilt für den inversen Zusammenhang. Ob ein Zusammenhang zufällig zustande gekommen ist, wird über die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  abgeschätzt ( $p > 0,05$  = nicht signifikant [n. s.];  $p \leq 0,05$  = signifikant [\*]). Irrtumswahrscheinlichkeiten bis 10 % ( $p \leq 0,100$ ) werden als mögliche Tendenz interpretiert. Der Zusammenhang zwischen einer intervallskalierten abhängigen Variable ( $Geh_{kum}$  bzw. *Uptime*) und einer nominalskalierten unabhängigen Variable (Art der Fraktur) wurde über das Assoziationsmaß  $\eta$  (Eta) bestimmt. Dabei zeigt das Quadrat von  $\eta$  den Anteil der Gesamtvarianz an, der durch die unabhängige Variable erklärt wird (Bühl, 2008).

Ein intraindividueller Vergleich der Mittelwerte der  $T_1$ - und  $T_2$ -Messungen erfolgt über die Verwendung des nichtparametrischen Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests (für abhängige Stichproben). Zum interindividuellen Vergleich von mehr als zwei Subgruppen zu einem bestimmten Messzeitpunkt wurde der parameterfreie Kruskal-Wallis-H-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Bei signifikantem Ergebnis des Kruskal-Wallis-H-Tests ( $p \leq 0,05$ ) erfolgten paarweise *post hoc*-Betrachtungen über den Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben. Sowohl dieser als auch der Kolmogorov-Smirnov-Test (begrenzte Anzahl von Kategorien bei der zu testenden Variable) wurden darüber hinaus allgemein zum Vergleich zweier unabhängiger Stichproben verwendet (z. B. *Drop-Out*-Analysen oder Subgruppen-Analysen). Alle Tests wurden zweiseitig geprüft, da die Hypothesen ungerichtet waren. Aufgrund geringer Fallzahlen wurde (vor allem auch in den Subgruppen) jeweils die exakte Version eines Tests gerechnet. Da es sich um eine explorative Datenanalyse handelt, wurde auf eine Bonferroni-Korrektur verzichtet. Der Aspekt des multiplen Testens wurde aber bei der Interpretation berücksichtigt.

Zur Quantifizierung der Stärke der Zusammenhänge (die Erklärung der abhängigen Variablen durch unabhängige Variablen bzw. die Effektstärken der unabhängigen Variablen auf die abhängigen Variablen) wurden einfache lineare Regressionsanalysen durchgeführt. Vorab wurden die Daten auf die

Erfüllung der Voraussetzungen geprüft (Linearität, Homoskedastizität, Autokorrelation, Multikollinearität, Normalverteilung der Residuen). Ausreißer, die eine richtige Tendenz (bezogen auf die Richtung der Veränderung der Gesamtgruppe) aufwiesen, wurden nicht entfernt, um die erhobenen Daten nicht zu manipulieren. Ausreißer mit einer gegenläufigen Tendenz kamen nicht vor. Zeitliche Veränderungen (zwischen  $T_1$  und  $T_2$ ) der Effektstärken derselben Variablen wurden durch den nicht-standardisierten Regressionskoeffizienten  $\beta$  und dem dazugehörigen Konfidenzintervall beschrieben. Auch ein Vergleich der Unterschiede der Effekte auf die  $Geh_{kum}$  und der Effekte auf die *Uptime* derselben Variablen kann so dargestellt werden. Überschneiden sich die Konfidenzintervalle einer gleichen Variable zu den beiden Messzeitpunkten nicht, so deutet dies auf signifikant unterschiedliche Effektstärken zu den Messzeitpunkten hin. Die Höhe des nicht-standardisierten  $\beta$ -Wertes ist abhängig von der Skalierung und Einheit der Variablen. Der nicht-standardisierte Regressionskoeffizient  $\beta$  wird wie folgt interpretiert: Ändert sich der Wert der unabhängigen Variable um 1, so verändert sich der Wert der abhängigen Variable um  $\beta$ .

Welche Parameter desselben Messzeitpunktes die höchsten Effekte auf die körperliche Aktivität aufzeigen, wird durch einen Vergleich der standardisierten  $\beta$ -Werte dargestellt. Diese standardisierten  $\beta$ -Werte (z-transformiert) werden ohne Einheit dargestellt und können einen Wert zwischen -1 und 1 annehmen. Dies erlaubt einen Vergleich von Prädiktoren mit unterschiedlicher Skalierung und Einheit.

Zur Überprüfung von multiplen Teilmodellen (Aktivitätsprädiktion durch einen Teilbereich, z. B. funktionell, biomechanisch, fragebogenbasiert) und zur Generierung eines Gesamtmodells (bereichsübergreifend) zur Aktivitätsprädiktion wurden multiple lineare Regressionsanalysen gerechnet. Die Variablen wurden zunächst auf Kollinearität überprüft und anschließend schrittweise in das Modell aufgenommen (Kriterium zur Aufnahme in das Modell:  $p = 0,050$ ; Kriterium zum Ausschluss aus dem Modell:  $p = 0,100$ ).

Sowohl bei der einfachen linearen Regression als auch bei der multiplen linearen Regression wurde ein Signifikanzniveau von 5 % festgesetzt. Bei

einer Signifikanz kann das Modell als geeignet eingestuft werden, um die abhängige Variable gut vorhersagen zu können. Die erklärten Varianzen wurden für beide Regressionsarten in Prozent dargestellt.

Eine Überprüfung und ein Vergleich der Veränderungssensitivitäten aller angewandten Messverfahren erfolgten über die Verwendung des hierfür häufig angewandten *standardized response mean* (SRM). Der SRM setzt die Differenz der Mittelwerte der beiden Messzeitpunkte  $T_1$  und  $T_2$  in Bezug zur Standardabweichung der Messwertdifferenzen. Er wurde nach folgender Formel berechnet:

$$SRM = \frac{M(T_2) - M(T_1)}{SD(T_2 - T_1)}$$

Die Kennwerte nehmen einen umso höheren Wert an, je kleiner die Streuung der Messwertdifferenzen ist. Werte von 0 bis  $< 0,5$  zeigen daher eine geringe, Werte zwischen 0,5 und 0,8 eine moderate und Werte  $> 0,8$  eine hohe Veränderungssensitivität an (Husted, Cook, Farewell, & Gladman, 2000).

Boden-/Deckeneffekte innerhalb der Messverfahren wurden über die Angabe von Prozent am Gesamtkollektiv miteinander verglichen.

## 4 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der in Kapitel 2.5 formulierten Fragestellungen dargestellt (Kap. 4.2 - 4.7). Vorangestellt sind die *Drop-Out*-Analysen, eine allgemeine deskriptive Beschreibung des Kollektivs sowie eine Beschreibung der Therapieeinheiten zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten (Kap. 4.1).

### 4.1 Drop-Out Analyse und Beschreibung des Kollektivs

Wie in Kapitel 3.3 ausführlich dargestellt, wurden nach erfolgreicher Ansprache und Aufklärung durch den Untersuchungsleiter 79 Patienten nach PFF (Schenkelhalsfraktur  $n = 34$ ; pertrochantäre Femurfraktur  $n = 38$ ; subtrochantäre Femurfraktur  $n = 7$ ) in die Studie eingeschlossen. Infolge interkurrenter Ereignisse im Laufe der Rehabilitation mussten 14 Personen aufgrund fehlender Daten zum Messzeitpunkt  $T_2$  von den Analysen ausgeschlossen werden. Die vorhandenen Basisdaten (Alter, Kognition, Komorbidität, Tage seit der Operation, Art der Fraktur) und ausgewählte  $T_1$ -Parameter (BI, SPPB) der ausgeschlossenen Personen wurden auf eine mögliche Selektivität hin überprüft (Tabelle 3). Unterschieden wurde zwischen Personen, von denen vollständige Datensätze zu  $T_1$  und  $T_2$  vorhanden waren ( *$T_1/T_2$ -Completer*) und Personen, die zwischen dem Messzeitpunkt  $T_1$  und dem Messzeitpunkt  $T_2$  ausschieden ( *$T_1/T_2$ -Drop-Outs*).

Tabelle 3: Deskription und Prüfung auf Gruppenunterschiede zwischen  $T_1/T_2$ -Completern und  $T_1/T_2$ -Drop-Outs zum Messzeitpunkt  $T_1$ .

Geschlecht	$T_1/T_2$ Completer		$T_1/T_2$ Drop-Out				p-Wert <sup>x</sup>
	weiblich	Männlich	weiblich	männlich	n	M	
Häufigkeiten	58	7	12	2			
	n	M	SD	n	M	SD	
Alter [Jahre]	65	82,54	7,17	14	84,71	7,80	0,312
Kognition	65	8,06	5,29	14	9,00	7,28	0,776
Komorbidität	65	1,49	1,45	14	1,79	1,72	0,635
Barthel-Index	65	56,85	15,22	14	46,43	17,48	0,052
Tage seit OP	65	21,25	10,64	14	17,64	10,19	0,036*
SPPB	65	6,26	3,04	14	4,86	4,54	0,249

<sup>x</sup> exakter Mann-Whitney-U-Test, 2-seitig;  $p \leq 0,05$ ; \* signifikant

$T_1$ : Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ )

Kognition: SOMC [Score]; Komorbidität: Charlson Komorbiditätsindex [Score];

OP = Operation [Tage]; SPPB = Short Physical Performance Battery [Score];

Die Analyse ergab einen signifikanten Gruppenunterschied zum Testzeitpunkt  $T_1$  bezüglich der *Tage seit der Operation* bis zur Aufnahme der stationären Rehabilitation. Im Mittel nahmen die  $T_1/T_2$ -Drop-Outs die Rehabilitation 3,61 Tage früher auf als diejenigen, von denen vollständige Datensätze vorhanden waren. Nicht statistisch signifikant, jedoch auf eine mögliche Tendenz hinweisend, zeigten sich Unterschiede bezüglich der Selbständigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens, gemessen über den BI. Der BI der  $T_1/T_2$ -Drop-Outs lag im Mittel um 18,33 % (10,42 Punkte) niedriger als der der  $T_1/T_2$ -Completer. Bezüglich der Art der Fraktur konnte keine Selektivität festgestellt werden ( $p = 0,433$ ).

Das Kollektiv der  $T_1/T_2$ -Completer setzte sich aus 58 Frauen und 7 Männern zusammen. Eine Prüfung auf geschlechtsspezifische Gruppenunterschiede in den Basisdaten (Alter, Kognition, Tage seit der Operation, Behandlungstage, Art der Fraktur) und ausgewählten Parametern des Messzeitpunktes  $T_1$  (BI, SPPB) ist in Tabelle 4 zusammengefasst.

*Tabelle 4: Deskription und Prüfung auf Gruppenunterschiede zwischen Frauen und Männern zu T<sub>1</sub>.*

	<b>Frauen</b>			<b>Männer</b>			<b>p-Wert<sup>x</sup></b>
	<b>n</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>n</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	
Alter [Jahre]	58	83,07	6,86	7	78,14	8,71	0,139
Kognition	58	7,95	5,46	7	9,00	3,65	0,633
Barthel-Index	58	56,81	15,21	7	57,14	16,55	0,782
SPPB	58	6,22	3,09	7	6,57	2,76	0,944
Tage seit OP	58	20,98	10,83	7	23,43	9,47	0,295
Behandlungstage	58	27,74	6,71	7	25,00	4,28	0,587

<sup>x</sup> exakter Mann-Whitney-U-Test;  $p \leq 0,05$

Kognition: SOMC [Score]; OP = Operation [Tage]; SPPB = Short Physical Performance Battery [Score];

Zu T<sub>1</sub> zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede zwischen Frauen und Männern. Auch bezüglich der Art der Fraktur (nicht in Tabelle 4 aufgeführt) konnte kein Unterschied in der Verteilung festgestellt werden ( $p = 0,229$ ). Da die Anzahl der eingeschlossenen Männer zudem sehr gering ausfiel, wurden die beiden Gruppen in den nachfolgenden Analysen und Darstellungen zusammen betrachtet. Dies wird in der Methodendiskussion (Kap. 5.1.1) näher erläutert.

Die deskriptive Darstellung der Gesamtgruppe ( $n = 65$ ) kann Tabelle 3 (Spalte: T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub>-Completer) entnommen werden. Die durchschnittliche Anzahl der Behandlungstage in der Rehabilitationsklinik dieser Gruppe betrug 27,45 (SD  $\pm$  6,52) Tage.

Aus den in Kapitel 3.3 aufgeführten Gründen konnte zum Zeitpunkt T<sub>FU</sub> bei 26 der 65 T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub>-Completer keine Nachuntersuchung oder sensorbasierte Aktivitätsmessung durchgeführt werden. Die vorhandenen Basisdaten (Alter, Kognition) und ausgewählte T<sub>2</sub>-Daten (BI, SPPB) der T<sub>FU</sub>-Drop-Outs wurden auf eine mögliche Selektivität hin überprüft. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Deskription und Prüfung auf Gruppenunterschiede zum Messzeitpunkt  $T_2$ .

Geschlecht	$T_1/T_2/T_{FU}$ <b>Completer</b>			$T_{FU}$ <b>Drop-Out</b>		Häufigkeiten	
	weiblich	männlich		weiblich	männlich		
	35	4		23	3		
	n	M	SD	n	M	SD	p-Wert <sup>x</sup>
Alter [Jahre]	39	81,67	5,74	26	83,85	8,87	0,078
Kognition	39	8,10	5,30	26	8,00	5,374	0,765
Barthel-Index	39	73,21	15,50	26	75,00	17,09	0,581
SPPB	39	8,90	2,85	26	8,42	3,22	0,636

<sup>x</sup> exakter Mann-Whitney-U-Test;  $p \leq 0,05$

$T_1$ : Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ )

$T_{FU}$ : Follow-Up-Untersuchung (16 Wochen nach  $T_1$ )

Kognition: SOMC [Score]; SPPB = Short Physical Performance Battery [Score]

Die Analyse ergab keine Gruppenunterschiede bezüglich der Basisdaten und den ausgewählten  $T_2$ -Daten. Lediglich das Alter wies eine mögliche Tendenz auf. Auch die erst nach Abschluss der Rehabilitation erhobene Anzahl der Behandlungstage ( $T_1/T_2/T_{FU}$ -Completer:  $M = 28,64$  [SD  $\pm 6,75$ ];  $T_{FU}$ -Drop-Outs:  $M = 25,65$  [SD  $\pm 5,84$ ] Tage) unterschied sich zwar nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen ( $p = 0,058$ ), eine mögliche Tendenz ist jedoch nicht auszuschließen. Die Deskription der  $T_1/T_2/T_{FU}$ -Completer ( $n = 39$ ) kann der Spalte „ $T_1/T_2/T_{FU}$ -Completer“ der Tabelle 5 entnommen werden.

## 4.2 Beschreibung der körperlichen Aktivität

Die körperliche Aktivität wurde, wie in Kapitel 3.5.1 genauer erläutert, durch sensorbasierte Messungen zu den Messzeitpunkten  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_{FU}$  erfasst. Im Folgenden werden die Daten der Aktivitätsmessungen deskriptiv dargestellt.

### 4.2.1 Sensorbasierte Aktivitätsmessung

Zur Beschreibung der mittels Sensor gemessenen Aktivität wurden die in Kapitel 3.5.1 erläuterten Parameter  $Geh_{kum}$ ,  $Epi_{länge}$ ,  $Geh_{max}$ ,  $Epi_{anzahl}$  und *Uptime* verwendet.

Im Folgenden werden zuerst die Daten der Gesamtgruppe ( $T_1/T_2$ -Completer bzw.  $T_1/T_2/T_{FU}$ -Completer) dargestellt. Anschließend werden die *Completer* in Subgruppen unterteilt. Die Zuordnung der Probanden zu den Subgruppen erfolgte anhand der Höhe der  $Geh_{kum}$  zum Messzeitpunkt  $T_1$  und wird in Kapitel 4.2.1.4. genauer dargestellt.

#### 4.2.1.1 Gesamtgruppe: kumulierte Gehzeit

Abbildung 8 zeigt mittels Box-Whisker-Plots die Verteilung der statistischen Werte der  $Geh_{kum}$  der 65  $T_1/T_2$ -Completer innerhalb der 9-Stunden-Messungen zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .

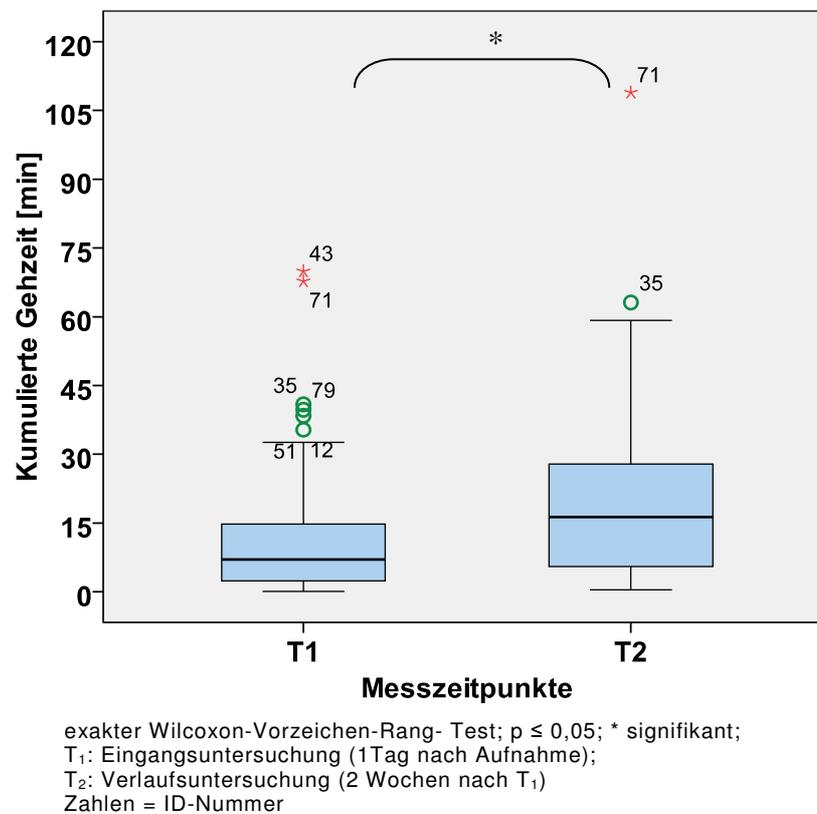


Abbildung 8: Kumulierte Gehzeit pro 9 Stunden zu  $T_1$  und  $T_2$  mit  $n = 65$ .

Die  $Geh_{kum}$  zum Messzeitpunkt  $T_1$  betrug  $med = 7,02$  Minuten (MQA = 6,47; Min-Max 0,08-69,90). Die  $Geh_{kum}$  zum Messzeitpunkt  $T_2$  betrug  $med = 16,28$  Minuten (MQA = 11,60; Min-Max 0,45-108,88). Dies bedeutet eine Steigerung der  $Geh_{kum}$  (Median) um 132,07 %. Diese Steigerung ist signifikant ( $p < 0,001$ ).

Abbildung 9 zeigt die statistischen Werte der kumulierten Gehzeit zu den Messzeitpunkten  $T_2$  und  $T_{FU}$  der 39  $T_1/T_2/T_{FU}$ -Completer.

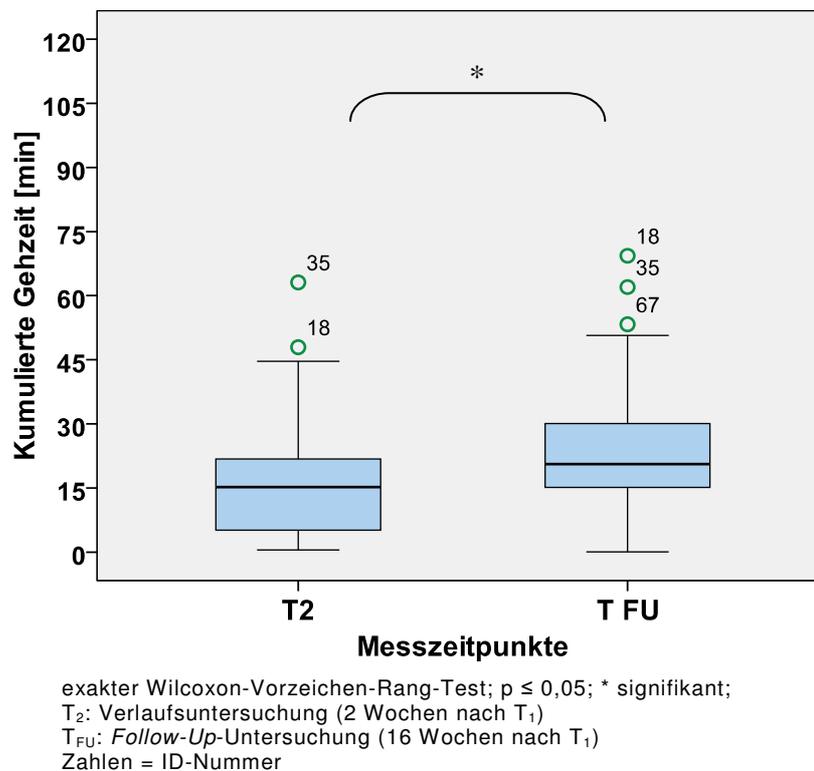


Abbildung 9: Kumulierte Gehzeit pro 9 Stunden zu  $T_2$  und  $T_{FU}$  mit  $n = 39$ .

Die  $Geh_{kum}$  der 39 Personen zum Messzeitpunkt  $T_2$  betrug  $med = 15,25$  Minuten (MQA = 8,72; Min-Max 0,48-63,12), wohingegen die  $Geh_{kum}$  zum Messzeitpunkt  $T_{FU}$   $med = 20,62$  Minuten (MQA = 8,16; Min-Max 0,07-69,33) betrug. Diese Steigerung der  $Geh_{kum}$  (Median) um 35,21 % ist ebenfalls signifikant ( $p = 0,016$ ).

#### 4.2.1.2 Gesamtgruppe: Gehepisoden

##### 4.2.1.2.1 Durchschnittliche Länge der Gehepisoden

Die  $Epi_{länge}$  der  $T_1/T_2$ -Completer betrug zu  $T_1$  med = 9,09 Sekunden (MQA = 2,96), zu  $T_2$  med = 12,76 Sekunden (MQA = 4,15). Dies bedeutet ein Anstieg der  $Epi_{länge}$  um 28,76 %. Diese Steigerung ist signifikant ( $p \leq 0,001$ ).

Die  $Epi_{länge}$  der 39  $T_1/T_2/T_{FU}$ -Completer betrug zu  $T_2$  med = 11,30 Sekunden (MQA = 4,26), zu  $T_{FU}$  med = 11,05 Sekunden (MQA = 2,23). Dies bedeutet eine Abnahme der  $Epi_{länge}$  um 2,26 %. Dieser Rückgang ist jedoch nicht signifikant ( $p = 0,483$ ).

Sowohl zum Messzeitpunkt  $T_1$ , als auch zum Messzeitpunkt  $T_2$  korrelierte die durchschnittliche Länge der Gehepisoden ( $T_1$ :  $r = 0,796$  mit  $p \leq 0,001$ ;  $T_2$ :  $r = 0,853$  mit  $p \leq 0,001$ ) sehr hoch mit der jeweiligen  $Geh_{kum}$ . In den folgenden statistischen Analysen (der weiteren Fragestellungen) der Gesamtgruppe wird daher auf die parallele Verwendung der beiden Variablen verzichtet. Der Fokus wird auf die Variable  $Geh_{kum}$  gelegt (vgl. Kap. 4.2.2).

##### 4.2.1.2.2 Maximale Gehepisode

Um zu überprüfen, wie lang die Patienten aus Eigeninitiative ohne Unterbrechung am Stück gehen konnten, wurde jeweils die längste, am Stück gemessene Gehepisode jedes Patienten herausgefiltert. Zum Messzeitpunkt  $T_1$  betrug die längste Gehepisode der Gesamtgruppe im Median 38,00 Sekunden (MQA = 28,25), zum Zeitpunkt  $T_2$  im Median 63,00 Sekunden (MQA = 36,50). Dieser Anstieg um 39,68 % (Median) ist signifikant ( $p \leq 0,001$ ). Für die 39  $T_1/T_2/T_{FU}$ -Completer betrug die längste Gehepisode zum Messzeitpunkt  $T_2$  med = 56,00 Sekunden (MQA = 36,00), zu  $T_{FU}$  med = 52,00 Sekunden (MQA = 32,50). Dieser Unterschied ist nicht signifikant ( $p = 0,507$ ).

Sowohl zum Messzeitpunkt  $T_1$ , als auch zum Messzeitpunkt  $T_2$  korrelierte die maximale Gehepisode ( $T_1$ :  $r = 0,908$  mit  $p \leq 0,001$ ;

$T_2$ :  $r = 0,902$  mit  $p \leq 0,001$ ) sehr hoch mit der jeweiligen  $Geh_{kum}$ . In den folgenden statistischen Analysen (der weiteren Fragestellungen) der Gesamtgruppe wird daher auf die parallele Verwendung der beiden Variablen verzichtet. Der Fokus wird auf die Variable  $Geh_{kum}$  gelegt (vgl. Kap. 4.2.2).

### 4.2.1.2.3 Anzahl der Gehepisoden

Weiterhin wurde die Gesamtanzahl der Gehepisoden pro gemessene 9 Stunden erfasst, als Möglichkeit zur Quantifizierung der Aktivitätswechsel. Zum Messzeitpunkt  $T_1$  betrug die Anzahl der Gehepisoden bei den 65 Personen  $med = 38,00$  (MQA = 32,75). Zum Messzeitpunkt  $T_2$  betrug die Anzahl  $med = 77,00$  (MQA = 35,00). Dies ist ein signifikanter Anstieg des Medians um 55,65 % ( $p \leq 0,001$ ). Für die 39  $T_1/T_2/T_{FU}$ -Completer betrug die Anzahl der Gehepisoden zum Zeitpunkt  $T_2$   $med = 69,00$  (MQA = 32,00), zum Zeitpunkt  $T_{FU}$   $med = 109,00$  (MQA = 47,5). Der Anstieg betrug 36,70 % und ist ebenfalls signifikant ( $p \leq 0,001$ ).

Sowohl zum Messzeitpunkt  $T_1$ , als auch zum Messzeitpunkt  $T_2$  korrelierte die Anzahl der Gehepisoden ( $T_1$ :  $r = 0,922$  mit  $p \leq 0,001$ ;  $T_2$ :  $r = 0,960$  mit  $p \leq 0,001$ ) sehr hoch mit der jeweiligen  $Geh_{kum}$ . In den folgenden statistischen Analysen der Gesamtgruppe wird daher auf die parallele Verwendung der beiden Variablen verzichtet. Der Fokus wird auf die Variable  $Geh_{kum}$  gelegt (vgl. Kap. 4.2.2).

### 4.2.1.3 Gesamtgruppe: *Uptime* – kumulierte Zeit auf den Beinen

Abbildung 10 zeigt mittels Box-Whisker-Plots die Verteilung der statistischen Werte der *Uptime* innerhalb der 9-Stunden-Messungen zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$  der 65  $T_1/T_2$ -Completer.

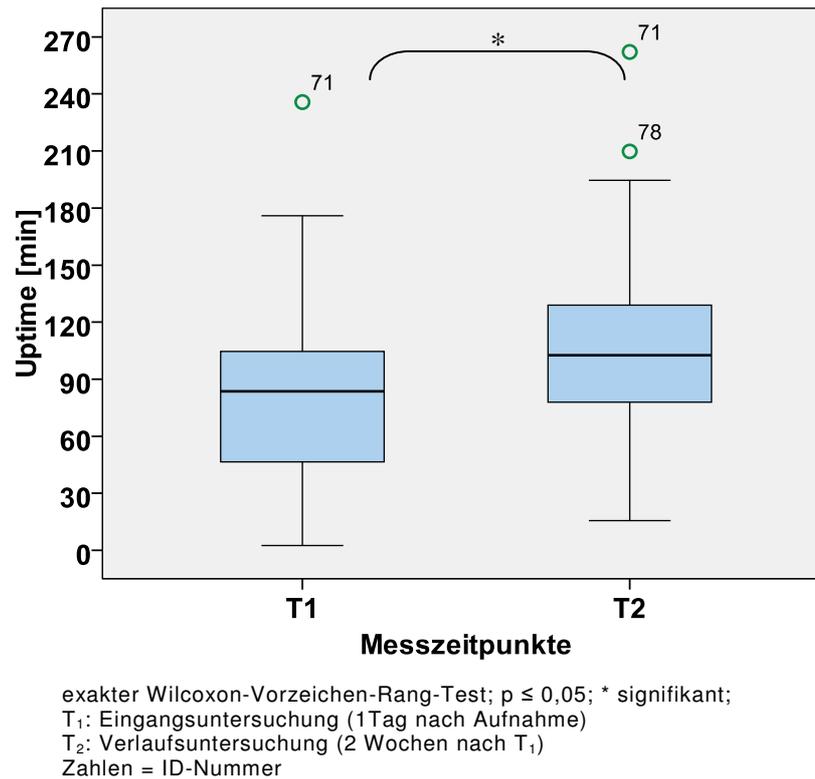
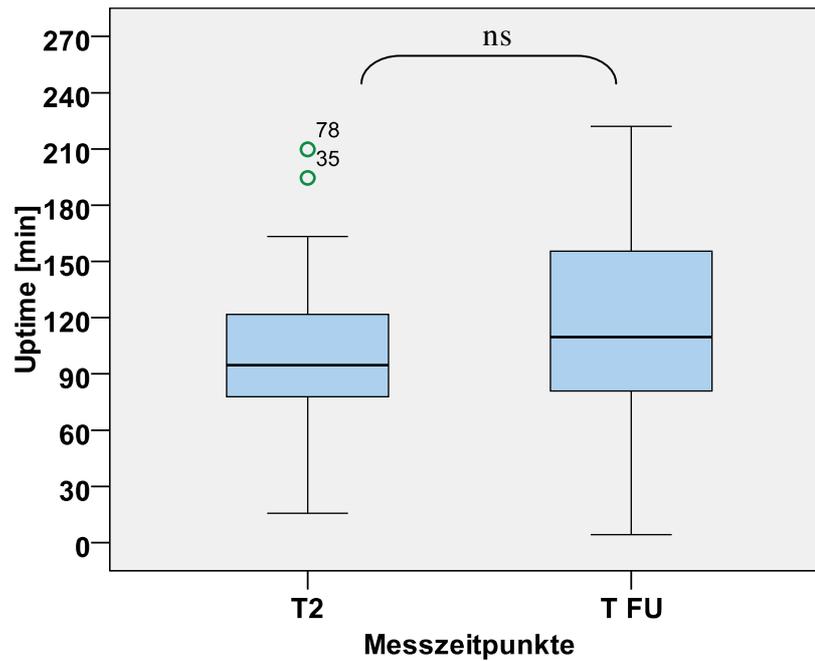


Abbildung 10: Uptime pro 9 Stunden zu T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> mit  $n = 65$ .

Die *Uptime* zum Messzeitpunkt T<sub>1</sub> betrug  $\text{med} = 83,60$  Minuten (MQA = 29,30; Min-Max: 2,55-235,70). Die *Uptime* zum Messzeitpunkt T<sub>2</sub> betrug  $\text{med} = 102,57$  Minuten (MQA = 26,25; Min-Max:15,58-262,08). Diese Steigerung der *Uptime* (Median) um 22,69 % ist signifikant ( $p \leq 0,001$ ).

Abbildung 11 zeigt die statistische Verteilung der *Uptime* zum Messzeitpunkt T<sub>FU</sub> der 39 T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub>/T<sub>FU</sub>-Completer.



exakter Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test;  $p \leq 0,05$ ; ns: nicht signifikant;  
 T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>)  
 T<sub>FU</sub>: Follow-Up-Untersuchung (16 Wochen nach T<sub>1</sub>)  
 Zahlen = ID-Nummer

Abbildung 11: Uptime pro 9 Stunden zu T<sub>2</sub> und T<sub>FU</sub> mit  $n = 39$ .

Die Uptime zum Messzeitpunkt T<sub>2</sub> betrug  $\text{med} = 94,72$  Minuten (MQA = 21,97; Min-Max: 15,58-209,77). Die Uptime zum Messzeitpunkt T<sub>FU</sub> betrug  $\text{med} = 109,58$  Minuten (MQA = 38,96; Min-Max: 4,23-221,97). Dies bedeutet eine Steigerung der Uptime (Median) um 15,69 %. Diese Steigerung ist nicht signifikant ( $p = 0,105$ ).

#### 4.2.1.4 Einteilung der Gesamtgruppe in Subgruppen

Da die Parameter der körperlichen Aktivität für die Gesamtgruppe eine sehr hohe Streuung bzw. Spannweite aufwiesen (siehe Abbildung 8 bzw. Abbildung 12), erschien es sinnvoll, aktivitätsdefinierte (homogenere) Subgruppen zu bilden. Der Parameter Geh<sub>kum</sub> schien, aufgrund der signifikanten Veränderungen der Gesamtgruppe über alle Messzeitpunkte (vgl. Kap. 4.2.1.1), ein geeigneter Parameter zu sein, anhand dessen eine adäquate Subgruppendefinition vorgenommen werden kann.

Um nach der Einteilung gleichmäßige und noch ausreichend große Subgruppen zu erhalten, wurde die Gesamtgruppe anhand der Geh<sub>kum</sub> zum

Messzeitpunkt  $T_1$  gedrittelt. Abbildung 12 zeigt diese gleichmäßige Einteilung. Eine evtl. bessere visuelle oder klinische Einteilung war aufgrund der geringen Fallzahl der Gesamtgruppe nicht möglich (vgl. Methodendiskussion Kap. 5.1.1).

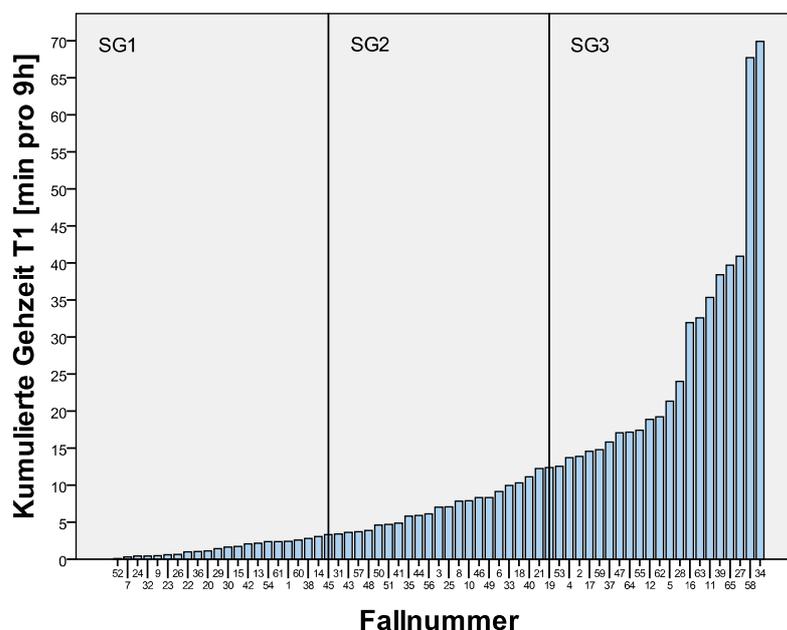


Abbildung 12: Einteilung der  $T_1/T_2$ -Completer ( $n = 65$ ) zum Zeitpunkt  $T_1$  in drei gleichgroße Subgruppen.

Die  $Geh_{\text{kum}}$ -Spanne für die Gruppe mit der geringsten kumulierten Gehzeit (SG1) lag zwischen 0 und 3,33 Minuten, für die Gruppe mit mittlerer kumulierten Gehzeit (SG2) zwischen 3,33 und 12,38 Minuten und für die Gruppe mit der höchsten kumulierten Gehzeit (SG3) oberhalb von 12,38 Minuten. Personen, die sich genau auf einer Kategoriengrenze befanden, wurden zur jeweils niedrigeren Kategorie zugeordnet. Nach der Kategorisierung enthielt die SG1 22 Personen, die SG2 ebenfalls 22 Personen und die SG3 21 Personen.

Die Deskription der Basisdaten (Alter, Kognition, Komorbidität) und der ausgewählten Daten zum Messzeitpunkt  $T_1$  (BI, SPPB, Schmerz, Tage seit der Operation) sind im Folgenden getrennt für die Subgruppen aufgeführt (Tabelle 6). Eine Prüfung auf Gruppenunterschiede bezüglich dieser Parameter sowie der Art der Fraktur wurde ebenfalls durchgeführt.

Tabelle 6: Deskription und Prüfung auf Gruppenunterschiede der Subgruppen zum Messzeitpunkt  $T_1$ .

	SG1 n = 22		SG2 n = 22		SG3 n = 21		p-Wert <sup>◇</sup>
	M	SD	M	SD	M	SD	
Alter [Jahre]	84,14	6,51	81,91	5,32	81,52	7,90	0,375
Kognition	8,64	5,33	8,77	5,32	6,71	5,20	0,607
Komorbidität	1,45	1,54	1,82	1,50	1,19	1,29	0,336
Barthel-Index	47,50	11,21	54,55	12,53	69,05	13,66	0,000*
SPPB	3,86	2,66	6,23	2,16	8,81	2,02	0,000*
Schmerz	21,18	11,56	19,23	8,25	14,43	8,65	0,088
Tage seit OP	19,95	10,03	21,76	13,83	22,10	7,55	0,213

◇ Kruskal-Wallis-H-Test;  $p \leq 0,05$ ; \* signifikant

SG1: Subgruppe mit geringer  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ; SG2: Subgruppe mit mittlerer  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ;

SG3: Subgruppe mit hoher  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ;

Kognition: SOMC [Score]; Komorbidität: Charlson Komorbiditätsindex [Score];

SPPB = Short Physical Performance Battery [Score]; Schmerz: WOMAC [Score]; OP = Operation

Der Kruskal-Wallis-H-Test ergab signifikante Gruppenunterschiede ( $p < 0,001$ ) für die Aktivitäten des täglichen Lebens und für die körperliche Leistungsfähigkeit. Um zu überprüfen, welche Subgruppen sich in den beiden Variablen signifikant voneinander unterscheiden, wurden die Subgruppen mittels exaktem Mann-Whitney-U-Tests einer weiteren Prüfung unterzogen. Für die SG1 und SG2 ergab die Analyse einen signifikanten Unterschied für die SPPB ( $p = 0,003$ ), jedoch keinen signifikanten Unterschied für den BI ( $p = 0,053$ ). Eine mögliche Tendenz kann hier jedoch nicht ausgeschlossen werden. Für die SG2 und die SG3 ergab die Testung signifikante Unterschiede in beiden Variablen (SPPB:  $p < 0,001$ ; BI:  $p = 0,002$ ). Ebenso konnten in beiden Variablen signifikante Unterschiede zwischen der SG1 und der SG3 beobachtet werden (SPPB und BI:  $p < 0,001$ ).

Für die Parameter „Schmerz“ und „Art der Fraktur“ (Kruskal-Wallis-H-Test:  $p = 0,079$ ) kann eine mögliche Tendenz auf Gruppenunterschiede ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Daher wurden auch hier exakte Mann-Whitney-U-Tests (Schmerz) bzw. exakte Kolmogorov-Smirnov-Tests (Art der Fraktur) für die drei Subgruppen gerechnet. Für den Parameter „Schmerz“ zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen der SG1 und der SG3 ( $p = 0,038$ ). Bezüglich der Art der Fraktur zeigte

sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied zwischen der SG1 und der SG3 ( $p = 0,014$ ). Die Verteilung der Frakturarten auf die Subgruppen ist in Tabelle 7 dargestellt.

*Tabelle 7: Verteilung der Frakturarten auf die Subgruppen.*

	<b>SG1</b> <b>(n = 22)</b>	<b>SG2</b> <b>(n = 22)</b>	<b>SG3</b> <b>(n = 21)</b>
Schenkelhalsfraktur	5	11	13
Pertrochant. Femurfraktur	16	10	6
Subtrochant. Femurfraktur	1	1	2

SG1: Subgruppe mit geringer  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ; SG2: Subgruppe mit mittlerer  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ;  
SG3: Subgruppe mit hoher  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ;

In der SG1 überwog die Anzahl der Personen nach pertrochantärer Femurfraktur, wohingegen sich in der SG3 überwiegend Personen nach Schenkelhalsfraktur befanden.

Anmerkung:

Zur Vorhersage der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  durch das Aktivitätsniveau zum Zeitpunkt  $T_2$  wurde, neben dieser Einteilung der Gesamtgruppe in Subgruppen, eine erneute Einteilung, basierend auf dem Aktivitätsniveau zu  $T_2$ , vorgenommen. Diese Einteilung wird an gegebener Stelle aufgeführt (vgl. Kap 4.6.2).

#### 4.2.1.5 Subgruppen: kumulierte Gehzeit

Tabelle 8 beinhaltet eine Beschreibung der  $Geh_{kum}$  innerhalb der 9-Stunden-Messung der einzelnen Subgruppen für die beiden Messzeitpunkte  $T_1$  und  $T_2$ . Mittels exaktem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test wurde die  $Geh_{kum}$  auf signifikante Veränderungen zwischen  $T_1$  und  $T_2$  überprüft (letzte Spalte), mittels Kruskal-Wallis-H-Test wurde sie zu den einzelnen Testzeitpunkten auf signifikante Unterschiede zwischen den drei Subgruppen überprüft (letzte Zeile).

Tabelle 8: Kumulierte Gehzeit pro 9 Stunden zu  $T_1$  und  $T_2$  nach Subgruppen.

	<i>n</i>	Geh <sub>kum</sub> $T_1$ [min]		Geh <sub>kum</sub> $T_2$ [min]		p-Wert <sup>x</sup>
		med	MQA	med	MQA	
<b>SG1</b>	22	1,53	0,99	8,09	11,63	0,000*
<b>SG2</b>	22	7,05	2,81	15,71	7,69	0,000*
<b>SG3</b>	21	19,25	16,65	30,62	21,92	0,001*
<b>p-Wert<sup>◇</sup></b>		0,000*		0,000*		

<sup>x</sup> exakter Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test,  $p \leq 0,05$ ; <sup>◇</sup> Kruskal-Wallis-H-Test,  $p \leq 0,05$ ; \* signifikant; Geh<sub>kum</sub> = kumulierte Gehzeit;  $T_1$ :Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ ); med = Median; MQA = mittlerer Quartilsabstand  
SG1: Subgruppe mit geringer Geh<sub>kum</sub> zu  $T_1$ ; SG2: Subgruppe mit mittlerer Geh<sub>kum</sub> zu  $T_1$ ;  
SG3: Subgruppe mit hoher Geh<sub>kum</sub> zu  $T_1$

In allen Gruppen zeigte sich zwischen dem Messzeitpunkt  $T_1$  und dem Messzeitpunkt  $T_2$  eine signifikante Steigerung der Geh<sub>kum</sub>. Die Steigerung der Geh<sub>kum</sub> (Mediane) für die SG1 betrug 428,76 %, für die SG2 122,84 % und für die SG3 59,07 %.

Auch zwischen den Subgruppen konnte zu jedem Messzeitpunkt ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Ergebnisse des exakten Mann-Whitney-U-Tests sind im Anhang (Anhang II-1) aufgeführt.

Zum Messzeitpunkt  $T_{FU}$  ergaben sich insgesamt 26 *Drop-Outs* (siehe Kap. 3.3). Es verblieben 11 Personen in SG1, 15 Personen in SG2 und 13 Personen in SG3.

Die folgende Tabelle (Tabelle 9) zeigt die Veränderungen der Geh<sub>kum</sub> der verbliebenen 39 Personen, aufgeteilt in die 3 Subgruppen, zu den Messzeitpunkten  $T_2$  und  $T_{FU}$ . Die Veränderungen innerhalb der Gruppen wurden auf Signifikanz überprüft. Außerdem wurde überprüft, ob sich die Geh<sub>kum</sub> zum Messzeitpunkt  $T_{FU}$  zwischen den Gruppen signifikant unterschied.

Tabelle 9: Kumulierte Gehzeit pro 9 Stunden zu  $T_2$  und  $T_{FU}$  nach Subgruppen unterteilt.

	<i>n</i>	Geh <sub>kum</sub> $T_2$ [min]		Geh <sub>kum</sub> $T_{FU}$ [min]		p-Wert <sup>x</sup>
		med	MQA	med	MQA	
<b>SG1</b>	11	4,02	1,61	20,63	8,70	0,001*
<b>SG2</b>	15	15,25	5,77	15,65	10,79	0,330
<b>SG3</b>	13	27,85	11,81	28,88	17,6	0,946
<b>p-Wert<sup>o</sup></b>				0,057		

<sup>x</sup> exakter Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test,  $p \leq 0,05$ ; <sup>o</sup> Kruskal-Wallis-H-Test,  $p \leq 0,05$ ;

\*signifikant

Geh<sub>kum</sub> = kumulierte Gehzeit;

$T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ );  $T_{FU}$ : *Follow-Up*-Untersuchung (16 Wochen nach  $T_1$ )

med = Median; MQA = mittlerer Quartilsabstand

SG1: Subgruppe mit geringer Geh<sub>kum</sub> zu  $T_1$ ; SG2: Subgruppe mit mittlerer Geh<sub>kum</sub> zu  $T_1$ ;

SG3: Subgruppe mit hoher Geh<sub>kum</sub> zu  $T_1$

Für die SG1 zeigte sich zwischen dem Messzeitpunkt  $T_2$  und  $T_{FU}$  eine signifikante Steigerung der Geh<sub>kum</sub> um 413,18 %. In der SG2 und der SG3 konnten keine signifikanten Veränderungen über die Zeit gezeigt werden.

Der Kruskal-Wallis-H-Test zeigte keinen signifikanten Unterschied in der Geh<sub>kum</sub> zwischen den Subgruppen zum Messzeitpunkt  $T_{FU}$ , jedoch kann auch hier eine mögliche Tendenz nicht ausgeschlossen werden. Die Gruppen wurden daher mittels Mann-Whitney-U-Test genauer betrachtet. Hier zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen SG2 und SG3 zum Messzeitpunkt  $T_{FU}$  ( $p = 0,019$ ).

Zusammenfassend zeigt die folgende Graphik (Abbildung 13) die Verläufe der kumulierten Gehzeit (Median) der drei Subgruppen über die drei Messzeitpunkte.

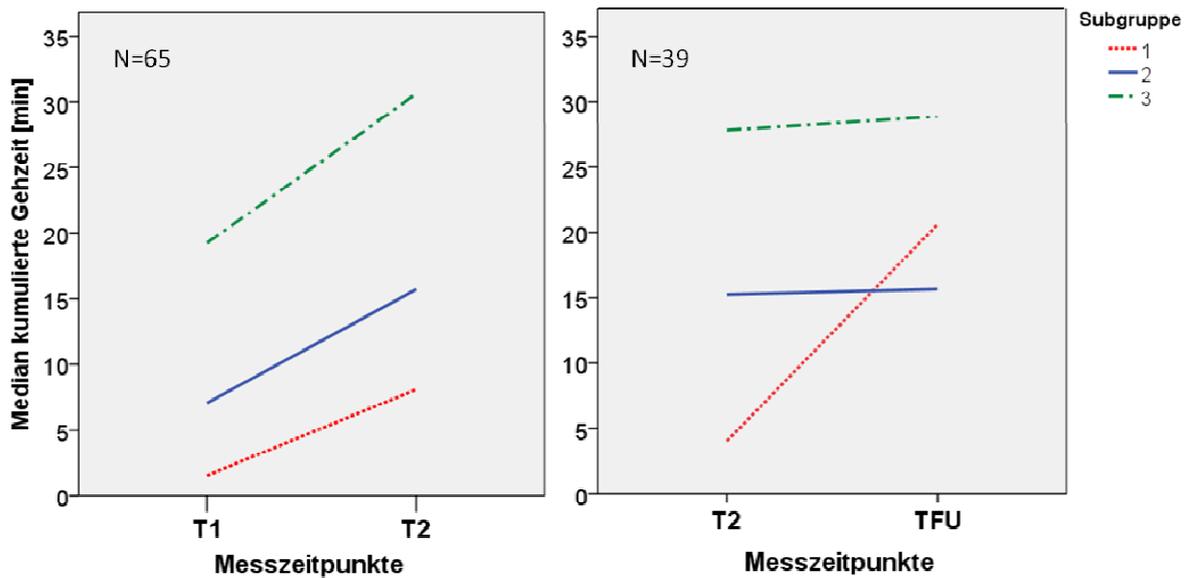


Abbildung 13: Verlauf (Median) der kumulierten Gehzeit der drei Subgruppen über die drei Messzeitpunkte ( $T_1/T_2$  mit  $n = 65$ ;  $T_2/T_{FU}$  mit  $n = 39$ ).

Besonders markant ist hier der Anstieg der  $Geh_{kum}$  der SG1 nach Beendigung der Rehabilitation. Im Median erreicht die SG1 hier einen höheren Wert als die SG2. Der Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Die SG2 hält nach der Rehabilitation zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  das Aktivitätsniveau von  $T_2$  aufrecht. Weiterhin ist der Verlauf der  $Geh_{kum}$  der SG3 sehr auffällig, da zwar während der Rehabilitation die  $Geh_{kum}$  beträchtlich ansteigt, diese aber nach Beendigung des Aufenthaltes, ähnlich der SG2, keine signifikante Veränderung mehr zeigt.

#### 4.2.1.6 Subgruppen: Gehepisoden

##### 4.2.1.6.1 Durchschnittliche Länge der Gehepisoden

Die durchschnittliche  $Epi_{länge}$  der Subgruppen ist in Tabelle 10 (a) für die Messzeitpunkte  $T_1$  und  $T_2$  ( $n = 65$ ) und (b) für die Messzeitpunkte  $T_2$  und  $T_{FU}$  ( $n = 39$ ) zusammengefasst.

Tabelle 10: Durchschnittliche Gehepisodenlänge der Subgruppen, (a) für  $T_1$  und  $T_2$  und (b) für  $T_2$  und  $T_{FU}$ .

(a)		Epi <sub>länge</sub> $T_1$ [s]		Epi <sub>länge</sub> $T_2$ [s]		p-Wert <sup>*</sup>
	n	med	MQA	med	MQA	
<b>SG1</b>	22	6,71	1,25	7,66	2,04	0,085
<b>SG2</b>	22	8,76	2,50	11,24	3,93	0,006*
<b>SG3</b>	21	14,81	2,43	15,43	1,89	0,111
<b>p-Wert<sup>◇</sup></b>		0,000*		0,000*		
(b)		Epi <sub>länge</sub> $T_2$ [s]		Epi <sub>länge</sub> $T_{FU}$ [s]		p-Wert <sup>*</sup>
	n	med	MQA	med	MQA	
<b>SG1</b>	11	7,50	1,09	11,05	2,80	0,014*
<b>SG2</b>	15	10,71	4,33	9,93	1,31	0,121
<b>SG3</b>	13	15,43	1,58	13,05	3,27	0,146
<b>p-Wert<sup>◇</sup></b>				0,011*		

<sup>\*</sup> exakter Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test,  $p \leq 0,05$ ; <sup>◇</sup> Kruskal-Wallis-H-Test,  $p \leq 0,05$ ;

<sup>\*</sup> signifikant;

Epi<sub>länge</sub> = durchschnittliche Gehepisodenlänge

$T_1$ :Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ );

$T_{FU}$ : Follow-Up-Untersuchung (16 Wochen nach  $T_1$ )

med = Median; MQA = mittlerer Quartilsabstand

SG1: Subgruppe mit geringer Geh<sub>kum</sub> zu  $T_1$ ; SG2: Subgruppe mit mittlerer Geh<sub>kum</sub> zu  $T_1$ ;

SG3: Subgruppe mit hoher Geh<sub>kum</sub> zu  $T_1$

Zwischen  $T_1$  und  $T_2$  (Tabelle 10 a) zeigte sich für die SG2 eine signifikante Veränderung bezüglich der durchschnittlichen Gehepisodenlänge. Eine mögliche Tendenz kann für die SG1 nicht ausgeschlossen werden. Zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  (Tabelle 10 b) veränderte sich die Epi<sub>länge</sub> nur für die SG1 signifikant. Zwischen den Subgruppen konnte zu den Messzeitpunkten  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_{FU}$  jeweils ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Einzelbetrachtung über den Mann-Whitney-U-Test zeigte zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  einen signifikanten Unterschied zwischen der SG1 und der SG3 sowie einen signifikanten Unterschied zwischen der SG2 und der SG3 auf. Alle Ergebnisse der Einzelbetrachtungen zu  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_{FU}$  sind im Anhang (Anhang II-2) aufgeführt.

Weiterhin wurde überprüft, ob ein Zusammenhang zwischen der Epi<sub>länge</sub> der Subgruppen und der gemessenen Geh<sub>kum</sub> besteht. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle (Tabelle 11) zusammengestellt:

*Tabelle 11: Korrelationen nach Spearman zwischen der durchschnittlichen Länge der Gehepisoden und der kumulierten Gehzeit der Subgruppen zu den einzelnen Testzeitpunkten.*

		<b>Geh<sub>kum</sub></b>	<b>Geh<sub>kum</sub></b>	<b>Geh<sub>kum</sub></b>
		<b>SG1</b>	<b>SG2</b>	<b>SG3</b>
		(n = 22)	(n = 22)	(n = 21)
<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>1</sub></b>	Korr.koeff.	0,378	0,496	0,481
	Sig. (2-seitig)	0,083	0,019*	0,027*
<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>2</sub></b>	Korr.koeff.	0,764	0,779	0,510
	Sig. (2-seitig)	0,000*	0,000*	0,018*
		<b>SG1</b>	<b>SG2</b>	<b>SG3</b>
		(n = 11)	(n = 15)	(n = 13)
<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>FU</sub></b>	Korr.koeff.	0,755	0,450	0,077
	Sig. (2-seitig)	0,007*	0,092	0,803

\* Korrelation signifikant,  $p \leq 0,05$  (2-seitig);

Geh<sub>kum</sub> = kumulierte Gehzeit; Epi<sub>länge</sub> = durchschnittliche Länge der Gehepisoden

T<sub>1</sub>:Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme); T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>);

T<sub>FU</sub>: *Follow-Up*-Untersuchung (16 Wochen nach T<sub>1</sub>);

SG1: Subgruppe mit geringer Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>; SG2: Subgruppe mit mittlerer Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>;

SG3: Subgruppe mit hoher Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>;

Zum Zeitpunkt T<sub>1</sub> korrelierten die Epi<sub>längen</sub> der SG2 und der SG3 gering mit der Geh<sub>kum</sub> ( $r < 0,5$ ). Zum Zeitpunkt T<sub>2</sub> korrelierte die Geh<sub>kum</sub> aller Subgruppen mäßig mit der Epi<sub>länge</sub> ( $r = 0,5$  bis  $0,9$ ). Zu T<sub>FU</sub> korrelierten die beiden Parameter ebenfalls mäßig in der SG1.

Im weiteren Verlauf (Ergebnisdarstellung der anderen Fragestellungen) wird aus methodischen Gründen auf diesen Parameter verzichtet.

#### 4.2.1.6.2 Maximale Gehepisode

Für die Subgruppen wurde ebenfalls überprüft, wie lang im Schnitt (Median) die maximalen Gehepisoden waren. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 (a) für die Messzeitpunkte T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> ( $n = 65$ ) und (b) für die Messzeitpunkte T<sub>2</sub> und T<sub>FU</sub> ( $n = 39$ ) aufgeführt. Weiterhin wurde überprüft, ob sich die Geh<sub>max</sub> zum Messzeitpunkt T<sub>FU</sub> zwischen den Gruppen signifikant unterscheidet.

Tabelle 12: Längste Gehepisode der 9 Stunden Messung der Subgruppen, (a) für  $T_1$  und  $T_2$  und (b) für  $T_2$  und  $T_{FU}$ .

(a)		Geh <sub>max</sub> T <sub>1</sub> [s]		Geh <sub>max</sub> T <sub>2</sub> [s]		p-Wert <sup>x</sup>
	n	med	MQA	med	MQA	
<b>SG1</b>	22	13,00	7,50	18,50	13,88	0,051
<b>SG2</b>	22	39,00	12,75	62,50	30,88	0,000*
<b>SG3</b>	21	88,00	31,00	92,00	42,25	0,089
<b>p-Wert<sup>◇</sup></b>		0,000*		0,000*		
(b)		Geh <sub>max</sub> T <sub>2</sub> [s]		Geh <sub>max</sub> T <sub>FU</sub> [s]		p-Wert <sup>x</sup>
	n	med	MQA	med	MQA	
<b>SG1</b>	11	17,00	7,50	59,00	37,00	0,007*
<b>SG2</b>	15	54,00	20,5	38,00	11,00	0,121
<b>SG3</b>	13	91,00	42,25	87,00	100,75	0,569
<b>p-Wert<sup>◇</sup></b>				0,005*		

\* exakter Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test,  $p \leq 0,05$ ;  $\diamond$  Kruskal-Wallis-H-Test,  $p \leq 0,05$ ; \* signifikant;

Geh<sub>max</sub> = längste Gehepisode

T<sub>1</sub>:Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme); T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>);

T<sub>FU</sub>: Follow-Up-Untersuchung (16 Wochen nach T<sub>1</sub>)

med = Median; MQA = mittlerer Quartilsabstand

SG1: Subgruppe mit geringer Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>; SG2: Subgruppe mit mittlerer Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>;

SG3: Subgruppe mit hoher Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>

Zwischen T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> (Tabelle 12 a) zeigte sich für die SG2 eine signifikante Veränderung in der Länge der Geh<sub>max</sub>. Für die SG1 und die SG3 deuten die p-Werte auf eine mögliche Tendenz hin. Für den Zeitraum nach der Rehabilitation (Tabelle 12 b) veränderte sich die Länge der Geh<sub>max</sub> nur für die SG1 signifikant. Auch zwischen den Subgruppen konnte zu den Messzeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Weiterhin konnte ein signifikanter Unterschied in der Geh<sub>max</sub> zwischen den Subgruppen zum Messzeitpunkt T<sub>FU</sub> aufgezeigt werden. Die Einzelbetrachtung (exakter Mann-Whitney-U-Test) zeigte einen Unterschied zwischen SG2 und SG3 und zwischen SG1 und SG3 auf. Zwischen SG1 und SG2 konnte kein signifikanter Unterschied in der Geh<sub>max</sub> festgestellt werden. Die Ergebnisse aller Einzelbetrachtung (exakter Mann-Whitney-U-Test) sind im Anhang (Anhang II-3) aufgeführt.

## 4.2.1.6.3 Anzahl der Gehepisoden

Um die Häufigkeit der Aktivitätsänderungen auch für die Subgruppen einschätzen zu können, wurde die Anzahl der Gehepisoden für die Messzeitpunkte  $T_1$  und  $T_2$  erfasst. Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Anzahl der Gehepisoden pro 9 Stunden unterteilt nach Subgruppen, (a) für  $T_1$  und  $T_2$  und (b) für  $T_2$  und  $T_{FU}$ .

<b>(a)</b>		<b>Epi<sub>anzahl</sub> T<sub>1</sub> [Anzahl]</b>		<b>Epi<sub>anzahl</sub> T<sub>2</sub> [Anzahl]</b>		<b>p-Wert<sup>x</sup></b>
	<b>n</b>	<b>med</b>	<b>MQA</b>	<b>med</b>	<b>MQA</b>	
<b>SG1</b>	22	13,00	6,50	34,50	19,75	0,000*
<b>SG2</b>	22	41,50	9,88	69,00	21,88	0,001*
<b>SG3</b>	21	99,00	25,75	128,00	42,5	0,001*
<b>p-Wert<sup>◊</sup></b>		0,000*		0,000*		
<b>(b)</b>		<b>Epi<sub>anzahl</sub> T<sub>2</sub> [Anzahl]</b>		<b>Epi<sub>anzahl</sub> T<sub>FU</sub> [Anzahl]</b>		<b>p-Wert<sup>x</sup></b>
	<b>n</b>	<b>med</b>	<b>MQA</b>	<b>med</b>	<b>MQA</b>	
<b>SG1</b>	11	33,00	13,00	109,00	39,00	0,001*
<b>SG2</b>	15	64,00	18,00	98,00	45,50	0,076
<b>SG3</b>	13	118,00	34,25	113,00	73,50	0,090
<b>p-Wert<sup>◊</sup></b>				0,294		

\* exakter Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test,  $p \leq 0,05$ ; ◊ Kruskal-Wallis-H-Test,  $p \leq 0,05$ ; \* signifikant

Epi<sub>anzahl</sub> = durchschnittliche Anzahl der Gehepisoden

T<sub>1</sub>:Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme); T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>);

T<sub>FU</sub>: Follow-Up-Untersuchung (16 Wochen nach T<sub>1</sub>)

med = Median; MQA = mittlerer Quartilsabstand

SG1: Subgruppe mit geringer Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>; SG2: Subgruppe mit mittlerer Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>;

SG3: Subgruppe mit hoher Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>

Die Anzahl der Gehepisoden nahm in allen Subgruppen zwischen  $T_1$  und  $T_2$  (Tabelle 13 a) signifikant zu. Nach der Rehabilitation (Tabelle 13 b) erhöhte sich die Anzahl der Gehepisoden weiterhin signifikant für die SG1. Für die SG2 und die SG3 könnten die p-Werte auf mögliche Tendenzen hinweisen.

Auch zwischen den Subgruppen konnte zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$  ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Ergebnisse der genaueren Betrachtung mit Hilfe des exakten Mann-Whitney-U-Tests

sind im Anhang (Anhang II-4) aufgeführt. Zu  $T_{FU}$  hingegen konnte kein Unterschied zwischen den Subgruppen aufgedeckt werden.

Da diese Ergebnisse denen der  $Geh_{kum}$  ähneln, wurde überprüft, ob die Anzahl der Gehepisoden mit der Höhe der  $Geh_{kum}$  zusammenhing. Die linearen Zusammenhänge sind in Tabelle 14 zusammengefasst.

*Tabelle 14: Korrelationen nach Spearman zwischen der Anzahl der Gehepisoden und der kumulierten Gehzeit der einzelnen Subgruppen zu den einzelnen Testzeitpunkten.*

		<b>Geh<sub>kum</sub></b>	<b>Geh<sub>kum</sub></b>	<b>Geh<sub>kum</sub></b>
		<b>SG1</b>	<b>SG2</b>	<b>SG3</b>
		(n = 22)	(n = 22)	(n = 21)
<b>Epi<sub>anzahl</sub> T<sub>1</sub></b>	Korr.koeff.	0,943	0,744	0,615
	Sig. (2-seitig)	0,000*	0,000*	0,003*
<b>Epi<sub>anzahl</sub> T<sub>2</sub></b>	Korr.koeff.	0,975	0,745	0,956
	Sig. (2-seitig)	0,000*	0,000*	0,000*
		<b>SG1</b>	<b>SG2</b>	<b>SG3</b>
		(n = 11)	(n = 15)	(n = 13)
<b>Epi<sub>anzahl</sub> T<sub>FU</sub></b>	Korr.koeff.	0,647	0,961	0,790
	Sig. (2-seitig)	0,031*	0,000*	0,001*

\* Korrelation signifikant  $p \leq 0,05$  (2-seitig);

$Geh_{kum}$  = kumulierte Gehzeit;  $Epi_{anzahl}$  = durchschnittliche Anzahl der Gehepisoden

$T_1$ :Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ );

$T_{FU}$ : *Follow-Up*-Untersuchung (16 Wochen nach  $T_1$ );

SG1: Subgruppe mit geringer  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ; SG2: Subgruppe mit mittlerer  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ;

SG3: Subgruppe mit hoher  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ;

Im Gegensatz zur  $Epi_{länge}$  korrelierte die Anzahl der Gehepisoden zu allen Messzeitpunkten mit der jeweiligen  $Geh_{kum}$  mäßig ( $r = 0,5$  bis  $0,9$ ) bis sehr hoch ( $r > 0,9$ ).

In den folgenden statistischen Analysen der Subgruppen wird daher auf die parallele Verwendung beider Variablen verzichtet. Der Fokus wird, wie bei der Gesamtgruppe, auf die Variable  $Geh_{kum}$  gelegt.

#### 4.2.1.7 Subgruppen: *Uptime* – kumulierte Zeit auf den Beinen

Tabelle 15 beinhaltet die Deskription der *Uptime* innerhalb der 9-Stunden-Messung der einzelnen Subgruppen für die beiden Messzeitpunkte  $T_1$  und  $T_2$ . Mittels exaktem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test wurde die *Uptime*

der Subgruppen auf signifikante Veränderungen zwischen  $T_1$  und  $T_2$  überprüft, mittels Kruskal-Wallis-H-Test wurde sie zu den einzelnen Testzeitpunkten auf signifikante Unterschiede zwischen den drei Subgruppen überprüft.

Tabelle 15: Uptime pro 9 Stunden zu  $T_1$  und  $T_2$  nach Subgruppen.

	<i>n</i>	<b>Uptime <math>T_1</math> [min]</b>		<b>Uptime <math>T_2</math> [min]</b>		<b>p-Wert<sup>x</sup></b>
		<b>med</b>	<b>MQA</b>	<b>med</b>	<b>MQA</b>	
<b>SG1</b>	22	42,21	23,47	77,10	29,50	0,000*
<b>SG2</b>	22	79,03	19,84	101,29	22,90	0,003*
<b>SG3</b>	21	127,22	26,70	124,55	37,47	0,179
<b>p-Wert<sup>o</sup></b>		0,000*		0,000*		

\* exakter Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test,  $p \leq 0,05$ ; <sup>o</sup> Kruskal-Wallis-H-Test,  $p \leq 0,05$ ; \* signifikant;  $T_1$ :Einganguntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ )  
med = Median; MQA = mittlerer Quartilsabstand  
SG1: Subgruppe mit geringer  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ; SG2: Subgruppe mit mittlerer  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ;  
SG3: Subgruppe mit hoher  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$

In den Gruppen SG1 und SG2 zeigte sich zwischen dem Messzeitpunkt  $T_1$  und dem Messzeitpunkt  $T_2$  eine signifikante Steigerung der *Uptime*. Die prozentuale Steigerung der *Uptime* (Mediane) für die SG1 betrug 82,66 % und für die SG2 28,17 %. Die minimale Verringerung der *Uptime* (Median) der SG3 ist nicht signifikant.

Auch zwischen den Gruppen konnte zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$  ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Ergebnisse der genaueren Betrachtung mittels exaktem Mann-Whitney-U-Test sind im Anhang

(Anhang II-1) aufgeführt. Eine Ausnahme bei dieser Betrachtung findet man zum Messzeitpunkt  $T_2$  zwischen der SG1 und der SG2 ( $p = 0,069$ ). Jedoch weist dieses Ergebnis auf eine mögliche Tendenz hin.

Wie bei der  $Geh_{kum}$  lagen auch für die *Uptime* zum Messzeitpunkt  $T_{FU}$  von insgesamt 39 Personen Daten vor. Es wurde überprüft, ob zwischen den Subgruppen zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  signifikante Unterschiede in der *Uptime* vorlagen.

Tabelle 16 zeigt die Veränderungen der *Uptime* der drei Subgruppen von Messzeitpunkt  $T_2$  nach  $T_{FU}$ . Die Veränderungen wurden auf Signifikanz

überprüft. Weiterhin wurde auch hier überprüft, ob es zwischen den Subgruppen zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  signifikante Unterschiede in der *Uptime* gab.

*Tabelle 16: Uptime pro 9 Stunden zu  $T_2$  und  $T_{FU}$  nach Subgruppen unterteilt.*

	<i>n</i>	<i>Uptime</i> $T_2$ [min]		<i>Uptime</i> $T_{FU}$ [min]		<b>p-Wert</b> <sup>x</sup>
		<b>med</b>	<b>MQA</b>	<b>med</b>	<b>MQA</b>	
<b>SG1</b>	11	79,82	24,63	86,41	44,03	0,042*
<b>SG2</b>	15	100,08	21,87	109,58	29,67	0,421
<b>SG3</b>	13	119,43	28,82	115,82	43,22	0,735
<b>p-Wert</b> <sup>o</sup>				0,622		

<sup>x</sup> exakter Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test,  $p \leq 0,05$ ; \* signifikant

$T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ );  $T_{FU}$ : *Follow-Up*-Untersuchung (16 Wochen nach  $T_1$ )

med = Median; MQA = mittlerer Quartilsabstand

SG1: Subgruppe mit geringer  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ; SG2: Subgruppe mit mittlerer  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$ ;

SG3: Subgruppe mit hoher  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$

Eine signifikante Steigerung der *Uptime* konnte nur in der SG1 gezeigt werden. Sie stieg zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  um 7,63 % (Median).

Zwischen den Subgruppen konnte zum Messzeitpunkt  $T_{FU}$  kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Zusammenfassend zeigt die folgende Graphik (Abbildung 14) die Verläufe der *Uptime* (Median) der drei Subgruppen über die drei Messzeitpunkte.

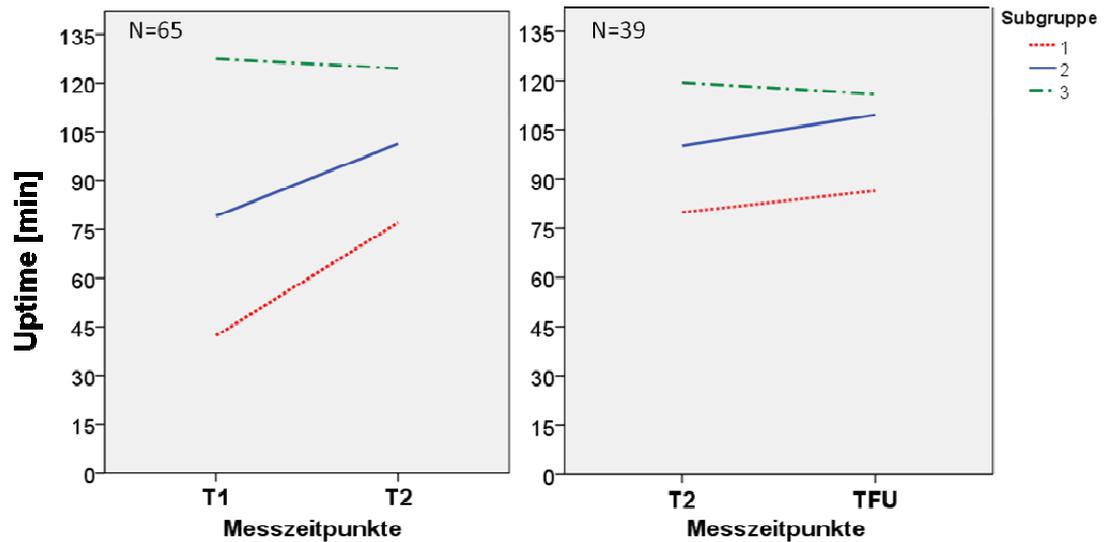


Abbildung 14: Verlauf (Median) der Uptime der drei Subgruppen über die drei Messzeitpunkte ( $T_1/T_2$  mit  $n = 65$ ;  $T_2/T_{FU}$  mit  $n = 39$ ).

SG1 und SG2 zeigten während des Rehabilitationsaufenthaltes einen ähnlichen Verlauf. Zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  unterschieden sich die drei Gruppen nicht mehr signifikant voneinander. Ebenfalls auffällig war, dass die SG3 über alle Messzeitpunkte keine Veränderung bezüglich der *Uptime* zeigte. Die hier sichtbare Abnahme der *Uptime* der SG3 fiel nicht signifikant aus.

#### 4.2.2 Auswahl der Parameter

Auf Grundlage der Ergebnisse der deskriptiven Statistik, wurden die Parameter der körperlichen Aktivität für die nachfolgenden inferenzstatistischen Ergebnisdarstellungen auf die aussagekräftigsten reduziert.

Sowohl die  $Epi_{länge}$ , die  $Epi_{anzahl}$  als auch die *Uptime* korrelierten sehr hoch mit der  $Geh_{kum}$ . Da die  $Epi_{länge}$  bzw. die  $Epi_{anzahl}$  zwar die durchschnittliche Episodendauer bzw. die durchschnittliche Häufigkeit jedoch nicht den Gesamtumfang der körperlichen Aktivität abbilden, wird im weiteren Verlauf auf diese beiden Variablen verzichtet. Obwohl die *Uptime* auch stark mit der  $Geh_{kum}$  korreliert, beinhaltet sie jedoch neben dem Gehen noch andere teilhaberelevante Bereiche, wie z. B. die Erfassung aller standbezogenen

Basis-ADLs. Dieser Parameter erhält somit eine nicht zu vernachlässigende klinische Relevanz und wird daher in den nachfolgenden Berechnungen weiterhin berücksichtigt. Zudem ist dies der Parameter, der am häufigsten in anderen Studien zur Beschreibung der Aktivität verwendet wurde und daher für einen Vergleich am geeignetsten ist.

Die Variable  $Geh_{max}$  setzte sich jeweils aus nur einem Wert pro Person zusammen und ist daher sehr stark von einer einzigen Gehepisode abhängig. Mögliche *Confounder*, wie z. B. die Bauweise des Gebäudes oder die Entfernung des Zimmers zum Speisesaal, wurden nicht erhoben. Obwohl die  $Geh_{max}$  deskriptiv sicherlich sehr interessant ist, wird im weiteren Verlauf aus den genannten Gründen ebenfalls auf diesen Parameter verzichtet.

In den folgenden Kapiteln wird der Fokus auf die  $Geh_{kum}$  und die *Uptime* gerichtet. Der übergeordnete Begriff „körperliche Aktivität“ beinhaltet diese beiden Parameter.

### **4.3 Zusammenhänge mit der in der Rehabilitation gemessenen körperlichen Aktivität**

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Zusammenhangsprüfungen für die Gesamtgruppe dargestellt. Die Zusammenhangsprüfungen für die Subgruppen wurden nicht berechnet, da es hier zu Ergebnisverzerrungen kommen kann. Durch das Einteilen der Gesamtgruppe in drei Subgruppen ist die Spannweite innerhalb einer Subgruppe zu gering, um lineare Zusammenhänge berechnen zu können. Der Gesamtzusammenhang würde durch diesen Stichprobenfehler unterschätzt werden (vgl. Bortz & Döring, 2006; S. 509).

Die statistischen Kennwerte der Gesamtgruppe aller hier verwendeten funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierten Parameter können im Anhang (Anhang II-5; Anhang II-6) für die Gesamtgruppe nachgelesen werden.

### 4.3.1 Anthropometrische Daten, Komorbidität, Kognition und Art der Fraktur

Es konnten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der  $Geh_{kum}$  bzw. der  $Uptime$  und anthropometrischen Parametern, der Komorbidität und der Kognition festgestellt werden. Auch die Art der Fraktur zeigte keinen Zusammenhang ( $\eta_{Geh_{kum}} = 0,191$ ;  $\eta_{Uptime} = 0,331$ ; vgl. Kap. 3.6).

Dies hatte zur Folge, dass diese Parameter bei weiteren Berechnungen nicht als Kontrollvariablen (z. B. partielle Korrelation) beachtet wurden. Die Ergebnisse der Korrelationsberechnungen nach Spearman sind in folgender Tabelle für die Parameter  $Geh_{kum}$  und  $Uptime$  zusammengestellt (Tabelle 17).

*Tabelle 17: Korrelationen nach Spearman zwischen der körperlichen Aktivität ( $Geh_{kum}$  und  $Uptime$ ) und anthropometrischen Parametern, Komorbidität und Kognition mit  $n = 65$ .*

		Alter	Geschlecht	BMI	CKI	Kognition
$Geh_{kum} T_1$	Korr.koeff.	-0,167	-0,025	-0,117	-0,040	-0,122
	Sig. (2-seitig)	0,184	0,842	0,355	0,752	0,333
$Uptime T_1$	Korr.koeff.	-0,196	0,063	-0,046	-0,052	-0,127
	Sig. (2-seitig)	0,118	0,615	0,717	0,683	0,315

$Geh_{kum}$ : kumulierte Gehzeit;  $Uptime$ : kumulierte Zeit auf den Beinen

$T_1$ :Einganguntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);

BMI: Body Mass-Index (Gewicht [kg]/Körpergröße<sup>2</sup> [m]); CKI: Charlson Komorbiditätsindex

### 4.3.2 Therapieeinheiten zum Zeitpunkt der sensorbasierten Aktivitätsmessung

Je nach Leistungsfähigkeit und körperlicher Verfassung nahmen die Patienten in der Regel an 1 bis 6 Therapieeinheiten pro Tag teil, in einem Ausnahmefall bis zu 8 Einheiten pro Tag (zu  $T_2$ ). Die durchschnittliche Anzahl der Therapieeinheiten zu  $T_1$  lag bei 2,6 pro Tag (SD  $\pm$  1,32; med = 3). Der Mittelwert lag zu  $T_2$  bei 3,2 Therapieeinheiten pro Tag (SD  $\pm$  1,48; med = 3). Der Unterschied in der Anzahl der Therapieeinheiten zu den beiden Messzeitpunkten ist signifikant ( $p = 0,009$ ).

Das Verhältnis zwischen aktiven und passiven Therapien stieg zu Gunsten der aktiven Therapieeinheiten von 46,15 % bei  $T_1$  auf 58,10 % zu  $T_2$  an. Dieser Anstieg ist ebenfalls signifikant ( $p < 0,001$ ).

Tabelle 18 zeigt den Zusammenhang zwischen der mittels Sensor gemessenen  $Geh_{kum}$  bzw. *Uptime* und der Anzahl aller am gleichen Tag durchgeführten aktiven ( $Th_{aktiv}$ ) und passiven ( $Th_{passiv}$ ) Therapieeinheiten sowie der Gesamttherapieanzahl ( $Th_{gesamt}$ ) zu den beiden Testzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .

*Tabelle 18: Korrelationen nach Spearman zwischen der körperlichen Aktivität und der Anzahl der Therapieeinheiten mit  $n = 65$ .*

		Anzahl $Th_{aktiv}$	Anzahl $Th_{passiv}$	Anzahl $Th_{gesamt}$
$Geh_{kum} T_1$	Korr.koeff.	0,247*	0,394*	0,475*
	Sig. (2-seitig)	0,047	0,001	0,000
<i>Uptime</i> $T_1$	Korr.koeff	0,221	0,285*	0,370*
	Sig. (2-seitig)	0,077	0,021	0,002
$Geh_{kum} T_2$	Korr.koeff	0,319*	-0,007	0,176
	Sig. (2-seitig)	0,010	0,953	0,160
<i>Uptime</i> $T_2$	Korr.koeff	0,419*	0,067	0,289*
	Sig. (2-seitig)	0,001	0,598	0,019

$Geh_{kum}$ : kumulierte Gehzeit; *Uptime*: kumulierte Zeit auf den Beinen

$T_1$ :Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ )

$Th_{aktiv}$ : aktive Therapieeinheiten;  $Th_{passiv}$ : passive Therapieeinheiten;

$Th_{gesamt}$ : Therapieeinheiten insgesamt

\* Korrelation ist signifikant,  $p \leq 0,05$  (2-seitig)

Zum Testzeitpunkt  $T_1$  korrelierte die Variable  $Geh_{kum}$  sowohl mit der Anzahl der aktiven und der passiven als auch mit der Gesamtanzahl der Therapieeinheiten. Die Variable *Uptime* korrelierte mit der Anzahl passiver Therapieeinheiten und mit der Gesamtanzahl der Therapieeinheiten.

Zum Testzeitpunkt  $T_2$  hingegen korrelierte die Variable  $Geh_{kum}$  ausschließlich mit der Anzahl aktiver Therapieeinheiten, die Variable *Uptime* jedoch sowohl mit der Anzahl der aktiven Therapieeinheiten als auch mit der Gesamtanzahl der Therapieeinheiten.

Die den Signifikanzen zugehörigen Korrelationskoeffizienten zeigten allerdings nur einen sehr geringen ( $r \leq 0,2$ ) bis geringen ( $r \leq 0,5$ ) Zusammenhang zwischen den Variablen.

### 4.3.3 Funktionelle Untersuchungen

Es wurde überprüft, mit welchen zum gleichen Messzeitpunkt erhobenen funktionellen Parametern die körperliche Aktivität ( $Geh_{kum}/Uptime$ ) in der Rehabilitation zusammenhing. Es wurden Parameter aus den Funktionsbereichen Gleichgewicht ( $Gg_{St}$ ), Gehfähigkeit ( $V_{hab}$ ), Kraft (5CR), deren Kombination (SPPB), Ausdauer (2MWT) und motorische Koordination (funktionelle Mobilität; TUG) ausgewählt (vgl. Kap. 3.5.2.1).

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 19) zeigt die Zusammenhänge zwischen diesen funktionellen Parametern und der  $Geh_{kum}$  bzw.  $Uptime$  zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ . Da zu beiden Messzeitpunkten bestimmte Tests von manchen Personen nicht durchgeführt werden konnten, wurden die Korrelationen mit unterschiedlich großen Gruppen berechnet. Die Gruppengröße ist daher in der Tabelle gesondert aufgeführt.

Tabelle 19: Korrelationen nach Spearman zwischen Parameter der körperlichen Aktivität und ausgewählten funktionellen Parametern zu den Messzeitpunkten (a)  $T_1$  und (b)  $T_2$ .

(a)		<b>Gg<sub>St</sub></b>	<b>V<sub>hab</sub></b>	<b>5CR</b>	<b>SPPB</b>	<b>TUG</b>	<b>2MWT</b>
		n = 65	n = 54	n = 53	n = 65	n = 45	n = 47
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>1</sub></b>	Korr.koeff.	0,310	0,599	-0,492	0,637	-0,580	0,593
	Sig. (2-seitig)	0,012*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
<b>Uptime T<sub>1</sub></b>	Korr.koeff.	0,288	0,564	-0,455	0,541	-0,616	0,551
	Sig. (2-seitig)	0,020*	0,000*	0,001*	0,000*	0,000*	0,000*
(b)		n = 65	n = 59	n = 59	n = 65	n = 57	n = 56
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>2</sub></b>	Korr.koeff.	0,317	0,653	-0,550	0,672	-0,646	0,613
	Sig. (2-seitig)	0,010*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*
<b>Uptime T<sub>2</sub></b>	Korr.koeff.	0,096	0,515	-0,447	0,495	-0,514	0,483
	Sig. (2-seitig)	0,446	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*	0,000*

Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; Uptime: kumulierte Zeit auf den Beinen

T<sub>1</sub>:Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme); T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>)

Gg<sub>St</sub>: Gleichgewicht im Stand; V<sub>hab</sub>: habituelle Gehgeschwindigkeit; 5CR: fünfmaliges Aufstehen von

einem Stuhl; SPPB: Short Physical Performance Battery; TUG: Timed Up & Go-Test;

2MWT: Zwei-Minuten-Gehtest

\* Korrelation ist signifikant,  $p \leq 0,05$  (2-seitig)

Zum Zeitpunkt  $T_1$  konnten für alle Parameter der funktionellen Kapazität signifikante Zusammenhänge sowohl mit der Geh<sub>kum</sub> als auch mit der Uptime aufgezeigt werden. Gleiches galt für  $T_2$  (Ausnahme: Uptime mit Gg<sub>St</sub>).

Die höchsten Zusammenhänge mit der Geh<sub>kum</sub> bzw. mit der Uptime zeigten jeweils solche Parameter, die ein „Gehen“ beinhalten. Die geringsten Korrelationen traten im Bereich „Gleichgewicht“ auf. Dies war für beide Messzeitpunkte der Fall.

#### 4.3.4 Biomechanische Untersuchungen

Ebenso wurden ausgewählte biomechanische Parameter auf einen Zusammenhang mit der Geh<sub>kum</sub> bzw. der Uptime überprüft (vgl. Kap. 3.5.2.2).

#### 4.3.4.1 Ganganalyse

Für  $n = 44$  konnte zwischen der  $GA_{SSdiff}$  und der  $Geh_{kum}$  sowie zwischen der  $GA_{SSdiff}$  und der  $Uptime$  nur ein geringer Zusammenhang zum Zeitpunkt  $T_1$  festgestellt werden ( $Geh_{kum}$ :  $r = -0,422$ ;  $p = 0,004$  sowie  $Uptime$ :  $r = -0,427$ ;  $p = 0,004$ ). Dieser geringe Zusammenhang verschwand zum Zeitpunkt  $T_2$  gänzlich ( $Geh_{kum}$ :  $r = -0,259$ ;  $p = 0,089$  bzw.  $Uptime$ :  $r = -0,109$ ;  $p = 0,483$ ).

#### 4.3.4.2 Analyse der Aufstehbewegung

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 20) zeigt den Zusammenhang zwischen den biomechanischen Parametern der Aufstehbewegung und der  $Geh_{kum}$  bzw. der  $Uptime$  zu den Zeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ . Da zu beiden Messzeitpunkten der Test nicht von allen Personen durchgeführt werden konnte, wurden die Korrelationen mit unterschiedlich großen Gruppen berechnet. Die Gruppengröße ist daher in der Tabelle gesondert aufgeführt.

*Tabelle 20: Korrelationen nach Spearman zwischen Parameter der körperlichen Aktivität und ausgewählten biomechanischen Parametern der Aufstehbewegung zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .*

		$T_1$			$T_2$		
		$PC_{Fmax}$	$PC_{dyn}$	$PC_{diff}$	$PC_{Fmax}$	$PC_{dyn}$	$PC_{diff}$
		n = 52	n = 52	n = 52	n = 61	n = 61	n = 61
<b><math>Geh_{kum}</math></b>	Korr.koeff.	0,074	-0,328	-0,200	0,115	-0,226	-0,241
	Sig. (2-seitig)	0,604	0,017*	0,155	0,377	0,080	0,062
<b><math>Uptime</math></b>	Korr.koeff.	0,086	-0,401	-0,169	0,103	-0,095	-0,098
	Sig. (2-seitig)	0,545	0,003*	0,230	0,429	0,467	0,453

$Geh_{kum}$ : kumulierte Gehzeit;  $Uptime$ : kumulierte Zeit auf den Beinen

$T_1$ :Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ )

$PC_{Fmax}$ : maximale Bodenreaktionskraft;  $PC_{dyn}$ : dynamische Aufstehzeit;  $PC_{diff}$ : Differenz der Belastungsmaxima rechts-links

\* Korrelation ist signifikant,  $p \leq 0,05$  (2-seitig)

Zum Zeitpunkt  $T_1$  konnte für den Parameter  $PC_{dyn}$  ein signifikanter Zusammenhang sowohl mit der  $Geh_{kum}$  als auch mit der  $Uptime$  aufgezeigt werden. Zum Zeitpunkt  $T_2$  zeigten sich hingegen keinerlei Zusammenhänge zwischen den Parametern der Aufstehbewegung und der

Geh<sub>kum</sub> bzw. der *Uptime*. Zu T<sub>2</sub> deuten die p-Werte der PC<sub>dyn</sub> und der PC<sub>diff</sub> möglicherweise auf einen tendenziellen Zusammenhang mit der Geh<sub>kum</sub> hin.

#### 4.3.4.3 Symmetrie und Belastungsmaximum im Stand

Nachfolgende Tabelle (Tabelle 21) zeigt den Zusammenhang zwischen den biomechanischen Parametern der Symmetrie und des Belastungsmaximums im Stand und der Geh<sub>kum</sub> bzw. der *Uptime* zu den Zeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub>. Da zu beiden Messzeitpunkten der Test von manchen Personen nicht durchgeführt werden konnte, wurden die Zusammenhänge mit unterschiedlich großen Gruppen berechnet. Die Gruppengröße ist in der Tabelle gesondert aufgeführt.

*Tabelle 21: Korrelationen nach Spearman zwischen Parametern der körperlichen Aktivität und biomechanischen Parametern der Standsymmetrie und des Belastungsmaximums im Stand zu den Messzeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub>.*

		T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>	
		Sym <sub>diff</sub>	Bel <sub>diff</sub>	Sym <sub>diff</sub>	Bel <sub>diff</sub>
		n = 60	n = 56	n = 62	n = 61
<b>Geh<sub>kum</sub></b>	Korr.koeff.	-0,151	-0,194	-0,239	-0,325
	Sig. (2-seitig)	0,249	0,153	0,062	0,011*
<b>Uptime</b>	Korr.koeff.	-0,131	-0,158	-0,101	-0,284
	Sig. (2-seitig)	0,320	0,244	0,433	0,026*

Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; *Uptime*: kumulierte Zeit auf den Beinen

T<sub>1</sub>:Einganguntersuchung (1 Tag nach Aufnahme); T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>)

Sym<sub>diff</sub>: Standidferenz rechts-links; Bel<sub>diff</sub>: max. Belastungsdifferenz

\* Korrelation ist signifikant auf 0,05 Level (2-seitig)

Zum Zeitpunkt T<sub>1</sub> konnten keine Zusammenhänge zwischen der Standsymmetrie bzw. des Belastungsmaximums und der Geh<sub>kum</sub> bzw. der *Uptime* festgestellt werden. Zum Zeitpunkt T<sub>2</sub> zeigte sich hingegen für den Parameter Bel<sub>diff</sub> ein signifikanter Zusammenhang sowohl mit der Geh<sub>kum</sub> als auch mit der *Uptime*.

#### 4.3.4.4 Isometrische Handkraftmessung und isometrischen Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 22) zeigt den Zusammenhang zwischen der isometrischen Handkraftmessung bzw. der isometrischen Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur und der Geh<sub>kum</sub> bzw. der *Uptime* zu den Zeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub>.

*Tabelle 22: Korrelationen nach Spearman zwischen Parameter der körperlichen Aktivität und biomechanischen Parametern der isometrischen Handkraftmessung bzw. der isometrischen Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur zu den Messzeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub>.*

		T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>	
		HK <sub>diff</sub>	BK <sub>diff</sub>	HK <sub>diff</sub>	BK <sub>diff</sub>
		n = 65	n = 65	n = 65	n = 65
<b>Geh<sub>kum</sub></b>	Korr.koeff.	-0,050	-0,144	-0,186	0,030
	Sig. (2-seitig)	0,693	0,253	0,138	0,812
<b>Uptime</b>	Korr.koeff.	0,151	-0,105	-0,085	0,009
	Sig. (2-seitig)	0,229	0,404	0,503	0,943

Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; *Uptime*: kumulierte Zeit auf den Beinen

T<sub>1</sub>:Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme); T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>)

HK<sub>diff</sub>: isometrische Handkraft; BK<sub>diff</sub>: isometrische Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur

Zu beiden Zeitpunkten konnten keine linearen Zusammenhänge zwischen der Handkraft bzw. der Beinkraft und der Geh<sub>kum</sub> bzw. der *Uptime* nachgewiesen werden.

#### 4.3.5 Fragebogenbasierte Parameter

Neben den motorischen Parametern wurde überprüft, mit welchen, zum gleichen Messzeitpunkt erhobenen, fragebogenbasierten Parametern die körperliche Aktivität (Geh<sub>kum</sub>/*Uptime*) in der Rehabilitation zusammenhing. Es wurden Parameter aus den Bereichen Alltagsfunktion (BI), Mobilität (RMI), Lebensqualität (EQ), Schmerz (WOMAC), Sturzangst (FES-I) und Depressivität (GDS) ausgewählt (vgl. Kap. 3.5.4).

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 23) zeigt die Zusammenhänge zwischen diesen ausgewählten Parametern und der  $Geh_{kum}$  bzw.  $Uptime$  zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .

*Tabelle 23: Korrelationen nach Spearman zwischen Parametern der körperlichen Aktivität und ausgewählten fragebogenbasierten Parametern zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$  mit  $n = 65$ .*

(a)		BI	RMI	EQ	WOMAC	FES-I	GDS
<b><math>Geh_{kum} T_1</math></b>	Korr.koeff.	0,619	0,596	0,279	-0,386	-0,208	-0,106
	Sig. (2-seitig)	0,000*	0,000*	0,028*	0,001*	0,096	0,401
<b><math>Uptime T_1</math></b>	Korr.koeff.	0,620	0,537	0,267	-0,394	-0,135	-0,137
	Sig. (2-seitig)	0,000*	0,000*	0,032*	0,001*	0,284	0,278
<hr/>							
(b)							
<b><math>Geh_{kum} T_2</math></b>	Korr.koeff.	0,447	0,384	0,083	-0,211	-0,229	--
	Sig. (2-seitig)	0,000*	0,002*	0,510	0,092	0,067	--
<b><math>Uptime T_2</math></b>	Korr.koeff.	0,407	0,330	0,074	-0,177	-0,105	--
	Sig. (2-seitig)	0,001*	0,007*	0,560	0,159	0,406	--

$Geh_{kum}$ : kumulierte Gehzeit;  $Uptime$ : kumulierte Zeit auf den Beinen

$T_1$ :Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ )

BI: Alltagsfunktion; RMI: Mobilität; EQ: Lebensqualität; WOMAC: Schmerzskala; FES-I: Sturzangst; GDS: Depressivität

\* Korrelation ist signifikant,  $p \leq 0,05$  (2-seitig)

Zum Zeitpunkt  $T_1$  konnten für die Parameter BI, RMI, EQ und WOMAC signifikante Zusammenhänge sowohl mit der  $Geh_{kum}$  als auch mit der  $Uptime$  aufgezeigt werden. Die Sturzangst und die Depressivität zeigten keine linearen Zusammenhänge mit den Parametern der körperlichen Aktivität.

Zum Zeitpunkt  $T_2$  zeigten sich für die Parameter BI und RMI signifikante Zusammenhänge. Die Korrelationen lagen jedoch im sehr geringen ( $r \leq 0,2$ ) bis mittleren ( $r \leq 0,7$ ) Bereich. Zu den beiden Messzeitpunkten zeigte der BI den höchsten Zusammenhang mit der  $Geh_{kum}$  bzw. der  $Uptime$ .

## 4.4 Veränderung der Zusammenhänge

Neben den Berechnungen der linearen Zusammenhänge (Korrelationen) wurde auch die Stärke der Zusammenhänge (Effektstärke der unabhängigen Variablen auf die Variablen der körperlichen Aktivität) und eine eventuell auftretende Veränderung der Effektstärke über die Messzeitpunkte mittels Regressionsanalysen überprüft. Hierbei bildeten die Parameter der körperlichen Aktivität ( $Geh_{kum}$  bzw. *Uptime*) die abhängigen Variablen, die funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierten Parameter sowie die Art der Therapieeinheiten die unabhängigen Variablen.

### 4.4.1 Therapieeinheiten

Zu den einzelnen Messzeitpunkten wurde untersucht, wie hoch der Effekt der unterschiedlichen Arten der Therapieeinheiten auf die körperlichen Aktivität ( $Geh_{kum}$  bzw. *Uptime*) war.

Abbildung 15 fasst die nicht-standardisierten  $\beta$ -Werte der zugrunde liegenden bivariaten linearen Regressionsanalysen mit den entsprechenden Konfidenzintervallen, getrennt nach der Art der körperlichen Aktivität ( $Geh_{kum}$  bzw. *Uptime*) sowie nach der Art der Therapieeinheiten zusammen.

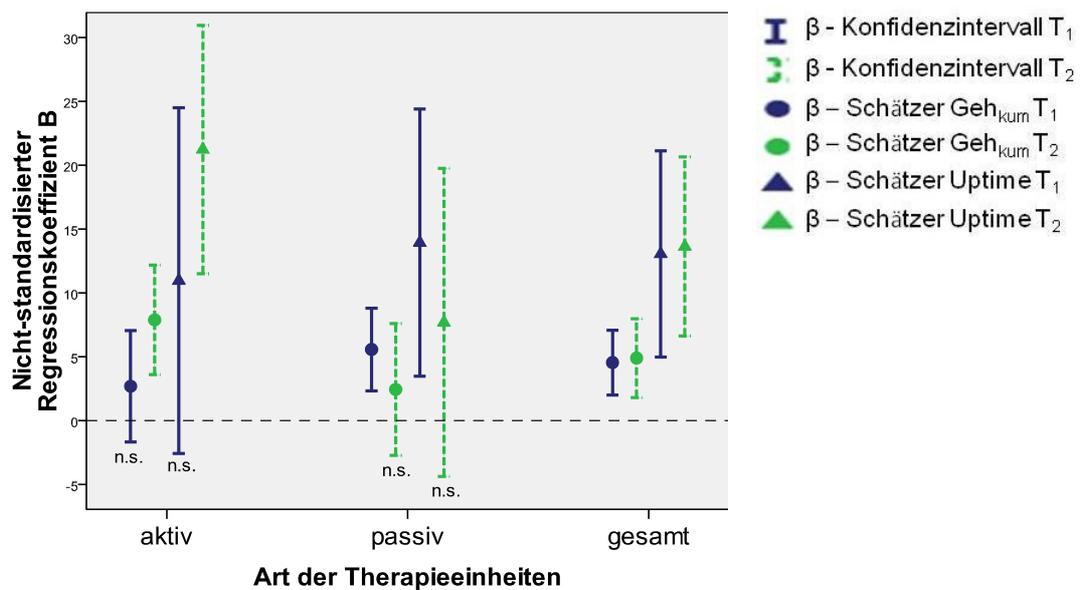


Abbildung 15: Effektstärke (nicht-standardisierter Regressionskoeffizient  $\beta$  und Konfidenzintervall) der Arten der Therapieeinheiten auf die Aktivitäten  $Geh_{kum}$  und  $Uptime$  zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .

**Aktive Therapieeinheiten:** Zum Messzeitpunkt  $T_1$  (blau bzw. nicht unterbrochene Linie) war das Modell sowohl für die  $Geh_{kum}$  (Kreis) als auch für die  $Uptime$  (Dreieck) nicht signifikant. Dies bedeutet, dass keine verlässliche Vorhersage der Aktivität durch die  $Th_{aktiv}$  zum Zeitpunkt  $T_1$  gemacht werden kann. Ein direkter Vergleich der nicht-standardisierten  $\beta$ -Werte zwischen  $T_1$  und  $T_2$  für die  $Geh_{kum}$  bzw.  $Uptime$  ist somit nicht zulässig. Zum Messzeitpunkt  $T_2$  hingegen war das Modell für beide Parameter der körperlichen Aktivität signifikant, wodurch eine Vorhersage der Aktivität durch die  $Th_{aktiv}$  zulässig ist. Dies zeigte sich auch in den jeweils kleineren Konfidenzintervallen. Die durch das Modell erklärten Varianzen lagen bei 17,7 % für die  $Geh_{kum}$  sowie bei 23,2 % für die  $Uptime$ . Vergleicht man den  $\beta$ -Wert der  $Geh_{kum}$   $T_2$  mit dem der  $Uptime$   $T_2$ , so deutet ein viel höherer  $\beta$ -Wert der  $Uptime$  auf eine größere Steigung der Regressionsgeraden hin. Dies bedeutet, dass eine Erhöhung der  $Th_{aktiv}$  um 1 einen viel größeren Effekt auf die  $Uptime$  hat, als auf die  $Geh_{kum}$ . Die entsprechenden  $\beta$ -Werte sind im Anhang (Anhang II-7) aufgeführt.

**Passive Therapieeinheiten:** Zum Messzeitpunkt  $T_2$  war das Modell sowohl für die  $Geh_{kum}$  als auch für die *Uptime* nicht signifikant. Eine verlässliche Vorhersage der Aktivität durch die  $Th_{passiv}$  zum Zeitpunkt  $T_2$  ist nicht möglich und ein direkter Vergleich der nicht-standardisierten  $\beta$ -Werte zwischen  $T_1$  und  $T_2$  für die  $Geh_{kum}$  bzw. *Uptime* somit nicht zulässig. Zum Messzeitpunkt  $T_1$  hingegen war das Modell für beide Parameter der körperlichen Aktivität signifikant, wodurch eine Vorhersage der Aktivität durch die  $Th_{passiv}$  zulässig ist. Dies zeigte sich ebenfalls in den jeweils kleineren Konfidenzintervallen. Die durch das Modell erklärten Varianzen lagen bei 15,8 % für die  $Geh_{kum}$  sowie bei 10,1 % für die *Uptime*. Vergleicht man den nicht-standardisierten  $\beta$ -Wert der  $Geh_{kum}$   $T_1$  mit dem der *Uptime*  $T_1$ , so deutet auch hier ein viel höherer  $\beta$ -Wert der *Uptime* auf eine größere Steigung der Regressionsgeraden hin. Dies bedeutet, dass eine Erhöhung der  $Th_{passiv}$  um 1 einen viel größeren Effekt auf die *Uptime* hat als auf die  $Geh_{kum}$ . Die entsprechenden  $\beta$ -Werte sind ebenfalls im Anhang (Anhang II-7) aufgeführt.

**Gesamtanzahl der Therapieeinheiten:** Die Modelle waren für beide Messzeitpunkte signifikant. Ein Vergleich der nicht-standardisierten  $\beta$ -Werte zwischen  $T_1$  und  $T_2$  ist somit sowohl für die  $Geh_{kum}$  als auch für die *Uptime* zulässig. Betrachtet man die Abbildung, so sieht man für beide Parameter der körperlichen Aktivität eine hohe Überschneidung der jeweiligen Konfidenzintervalle zu  $T_1$  und  $T_2$ . Eine hohe Überschneidung deutet darauf hin, dass sich die Effektstärken zwischen den beiden Messzeitpunkten nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Die durch das Modell erklärten Varianzen lagen bei 16,9 % ( $T_1$ ) bzw. 13,8 % ( $T_2$ ) für die  $Geh_{kum}$  sowie bei 14,2 % ( $T_1$ ) bzw. 19,4 % ( $T_2$ ) für die *Uptime*. Vergleicht man die  $\beta$ -Werte der  $Geh_{kum}$  mit denen der *Uptime*, so deuten auch hier viel höhere  $\beta$ -Werte der *Uptime* auf eine größere Steigung der Regressionsgeraden hin. Dies bedeutet, dass eine Erhöhung der  $Th_{gesamt}$  um 1 einen viel größeren Effekt auf die *Uptime* hat als auf die  $Geh_{kum}$ . Die entsprechenden  $\beta$ -Werte sind im Anhang (Anhang II-7) aufgeführt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die körperliche Aktivität zum Messzeitpunkt  $T_1$  eher über die Anzahl der  $Th_{\text{passiv}}$ , zum Messzeitpunkt  $T_2$  hingegen eher über die Anzahl der  $Th_{\text{aktiv}}$  erklärt wurde. Weiterhin konnte keine Veränderung in den Effektstärken der  $Th_{\text{gesamt}}$  auf die Parameter der körperlichen Aktivität gezeigt werden. Dies bedeutet, dass die körperliche Aktivität zu beiden Messzeitpunkten gleich stark durch die  $Th_{\text{gesamt}}$  determiniert war. Es kann ebenfalls festgehalten werden, dass die Steigung der Regressionsgeraden für die Vorhersage der *Uptime* über die Art der Therapie zu beiden Messzeitpunkten (falls signifikant) höher war als die Steigung der Regressionsgeraden zur Vorhersage der  $Geh_{\text{kum}}$ . Dies bedeutet, dass eine Erhöhung der Therapie um 1 sich eher in der *Uptime* niederschlägt als in der  $Geh_{\text{kum}}$ .

#### 4.4.2 Funktionelle Parameter

Weiterhin wurde zu den einzelnen Messzeitpunkten untersucht wie stark der Einfluss der funktionellen Messverfahren auf die körperliche Aktivität ( $Geh_{\text{kum}}$  bzw. *Uptime*) war.

Abbildung 16 fasst die nicht-standardisierten  $\beta$ -Werte der funktionellen Messverfahren mit den entsprechenden Konfidenzintervallen zusammen. Da die  $\beta$ -Schätzwerte der  $V_{\text{hab}}$  sowie der SPPB andere Größenordnungen in der Skalierung besitzen, wurden sie separat aufgeführt.

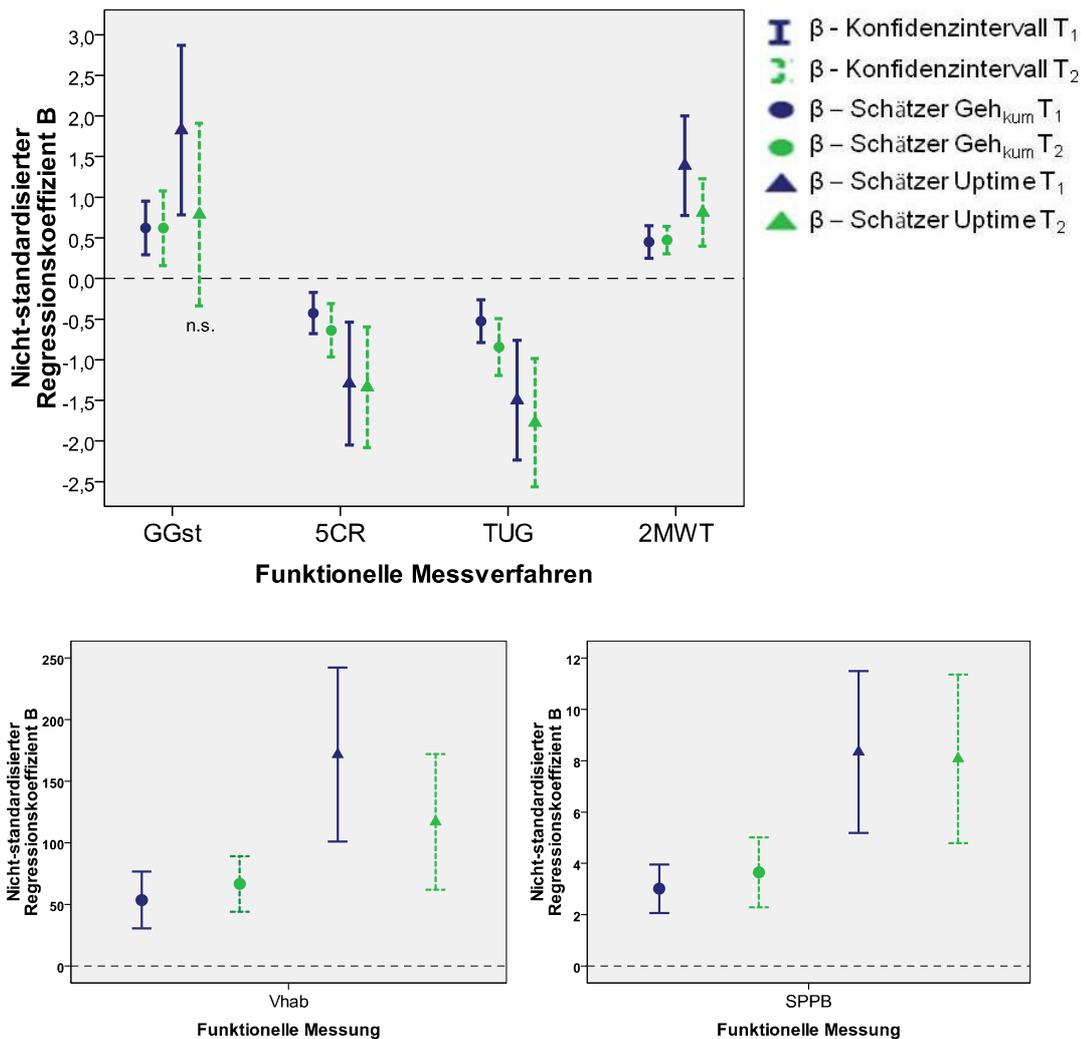


Abbildung 16: Effektstärke (nicht-standardisierter Regressionskoeffizient  $\beta$  und Konfidenzintervall) der funktionellen Messverfahren auf die Aktivitäten  $Geh_{kum}$  und  $Uptime$  zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .

Bis auf eine Ausnahme ( $GG_{st}$  für  $Uptime T_2$ ) waren die Modelle signifikant und sind daher zu beiden Messzeitpunkten geeignet, die beiden Parameter der körperlichen Aktivität vorherzusagen. Ein Vergleich der nicht-standardisierten  $\beta$ -Werte zwischen  $T_1$  und  $T_2$  ist somit sowohl für die  $Geh_{kum}$  als auch für die  $Uptime$  zulässig (mit Ausnahme der  $GG_{st}$  für  $Uptime T_2$ ). Betrachtet man die Abbildungen, so sieht man für beide Parameter der körperlichen Aktivität mittlere bis hohe Überschneidungen der Konfidenzintervalle der jeweiligen Messungen zu  $T_1$  und  $T_2$ . Eine Überschneidung der Konfidenzintervalle deutet darauf hin, dass sich die Effektstärken zwischen den beiden Messzeitpunkten nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Insgesamt lagen die durch das Modell erklärten

Varianzen für die  $Geh_{kum}$  zu  $T_1$  zwischen 18,2 % (5CR) und 39,1 % (SPPB), zu  $T_2$  zwischen 10,3 % ( $GG_{st}$ ) und 38,1 % ( $V_{hab}$ ). Für die *Uptime* lagen die erklärten Varianzen zu  $T_1$  zwischen 16,3 % ( $GG_{st}$ ) und 31,6 % (2MWT), zu  $T_2$  zwischen 3 % ( $GG_{st}$ ; nicht signifikant) und 27,7 % (SPPB).

Vergleicht man die  $\beta$ -Werte der  $Geh_{kum}$  mit denen der *Uptime*, so deuten auch hier die  $\beta$ -Werte der *Uptime* auf eine größere Steigung der Regressionsgeraden hin<sup>19</sup>. Die entsprechenden  $\beta$ -Werte sind im Anhang (Anhang II-8) aufgeführt.

#### 4.4.3 Biomechanische Parameter

Darüber hinaus wurde zu den einzelnen Messzeitpunkten untersucht, wie stark die Effekte der biomechanischen Messverfahren auf die körperliche Aktivität ( $Geh_{kum}$  bzw. *Uptime*) waren.

Abbildung 17 fasst die nicht-standardisierten  $\beta$ -Werte der biomechanischen Messverfahren mit den entsprechenden Konfidenzintervallen zusammen. Da die  $\beta$ -Schätzwerte der  $PC_{dyn}$ , der  $HK_{diff}$ , der  $BK_{diff}$  sowie der  $GA_{ssdiff}$  andere Größenordnungen in der Skalierung besitzen, wurden sie separat aufgeführt. Zu beachten ist hier, dass in der folgenden Abbildung 17 (im Gegensatz zu den vorangegangenen) aus praktischen Gründen nur die signifikanten Regressionen gekennzeichnet wurden (\*). Alle nicht gekennzeichneten Regressionen waren somit nicht signifikant.

Alle Regressionsberechnungen für die Parameter  $PC_{Fmax}$ ,  $PC_{diff}$ ,  $Sym_{diff}$ ,  $HK_{diff}$  sowie  $BK_{diff}$  wurden nicht signifikant. Eine verlässliche Vorhersage der körperlichen Aktivität war somit über diese Parameter nicht gewährleistet.

Zwar wurde die  $Bel_{diff}$  zu  $T_2$  für die  $Geh_{kum}$  signifikant, erklärte jedoch nur 8,2 % der Varianz. Ähnlich verhielt es sich mit der  $PC_{dyn}$  zu  $T_1$ . Diese

---

<sup>19</sup> Zu beachten sei hier der negative Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und dem 5CR sowie dem TUG.

erklärte 11,2 % der Varianz für die  $Geh_{kum}$  und 11,9 % der Varianz für die *Uptime*. Die höchste erklärte Varianz erreichte die  $GA_{ssdiff}$  mit 17,6 % zu  $T_1$  für die  $Geh_{kum}$  und 14,4 % zu  $T_1$  für die *Uptime*.

Ein  $T_1/T_2$ -Vergleich der  $\beta$ -Werte und Konfidenzintervalle konnte nur für die  $GA_{ssdiff}$  stattfinden. Es zeigte sich jedoch kein wesentlicher Unterschied im Überschneidungsbereich der Konfidenzintervalle, so dass zwischen den beiden Messzeitpunkten von keinem Unterschied in der Effektstärke ausgegangen werden kann.

Vergleicht man die  $\beta$ -Werte der  $PC_{dyn}$  sowie der  $GA_{ssdiff}$  der  $Geh_{kum}$  mit denen der *Uptime*, so deuten auch hier die  $\beta$ -Werte der *Uptime* auf größere Steigungen der Regressionsgeraden hin<sup>20</sup>. Einen Überblick über alle Werte der Regressionsberechnung bietet die Tabelle im Anhang (Anhang II-9).

---

<sup>20</sup> Zu beachten sei hier der negative Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und der  $PC_{dyn}$  sowie der  $GA_{ssdiff}$ .

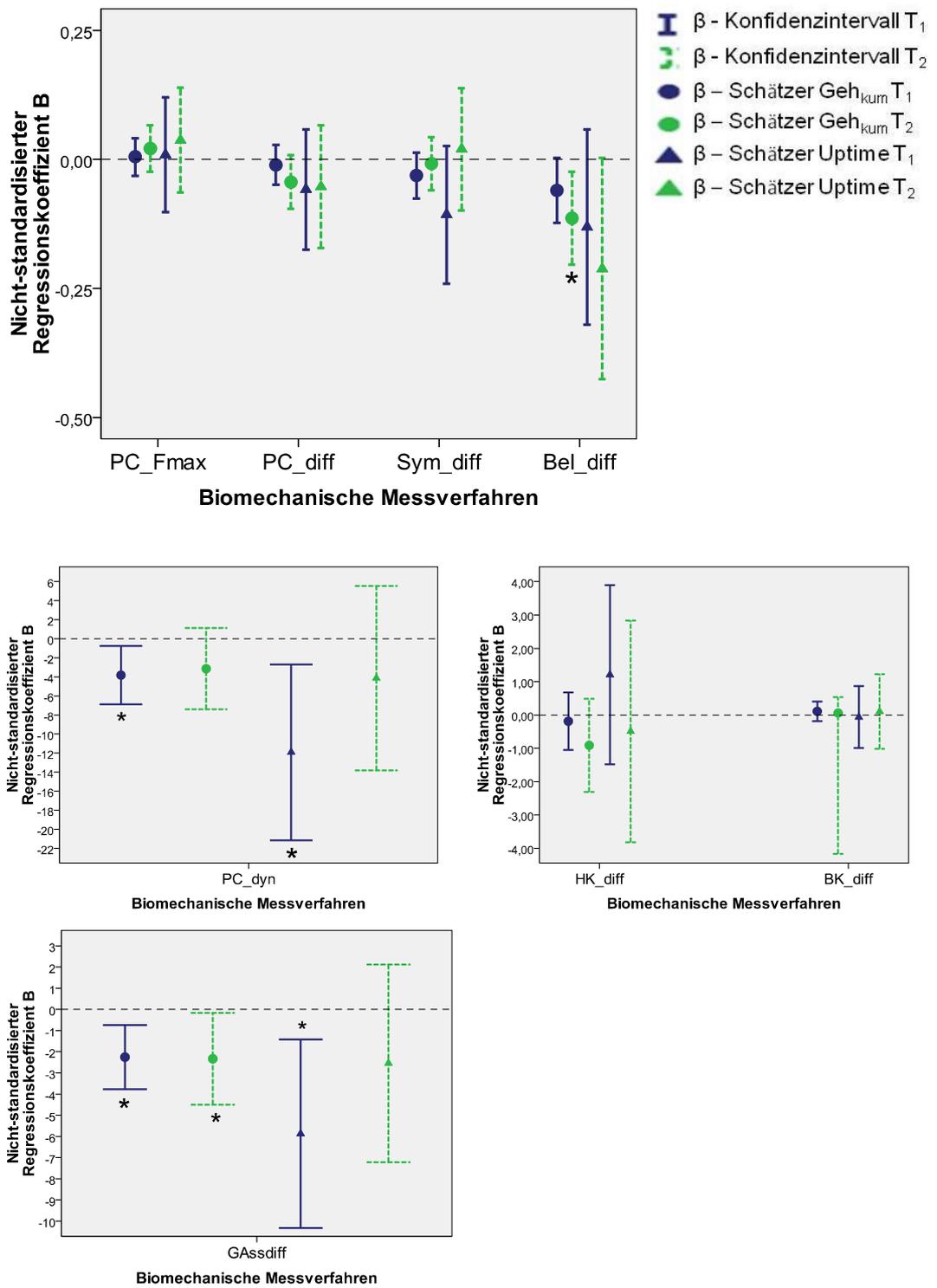


Abbildung 17: Effektstärke (nicht-standardisierter Regressionskoeffizient  $\beta$  und Konfidenzintervall) der biomechanischen Messverfahren auf die Aktivitäten  $Geh_{kum}$  und Uptime zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .

#### 4.4.4 Fragebogenbasierte Parameter

Weiterhin wurde zu den einzelnen Messzeitpunkten untersucht, wie stark die Effekte der fragebogenbasierten Parameter auf die körperliche Aktivität ( $Geh_{kum}$  bzw.  $Uptime$ ) waren.

Abbildung 18 fasst die nicht-standardisierten  $\beta$ -Werte der fragebogenbasierten Parameter mit den entsprechenden Konfidenzintervallen zusammen. Da die  $\beta$ -Schätzwerte des RMI, des EQ sowie der GDS eine andere Größenordnung in der Skalierung besitzen, wurden sie separat aufgeführt.

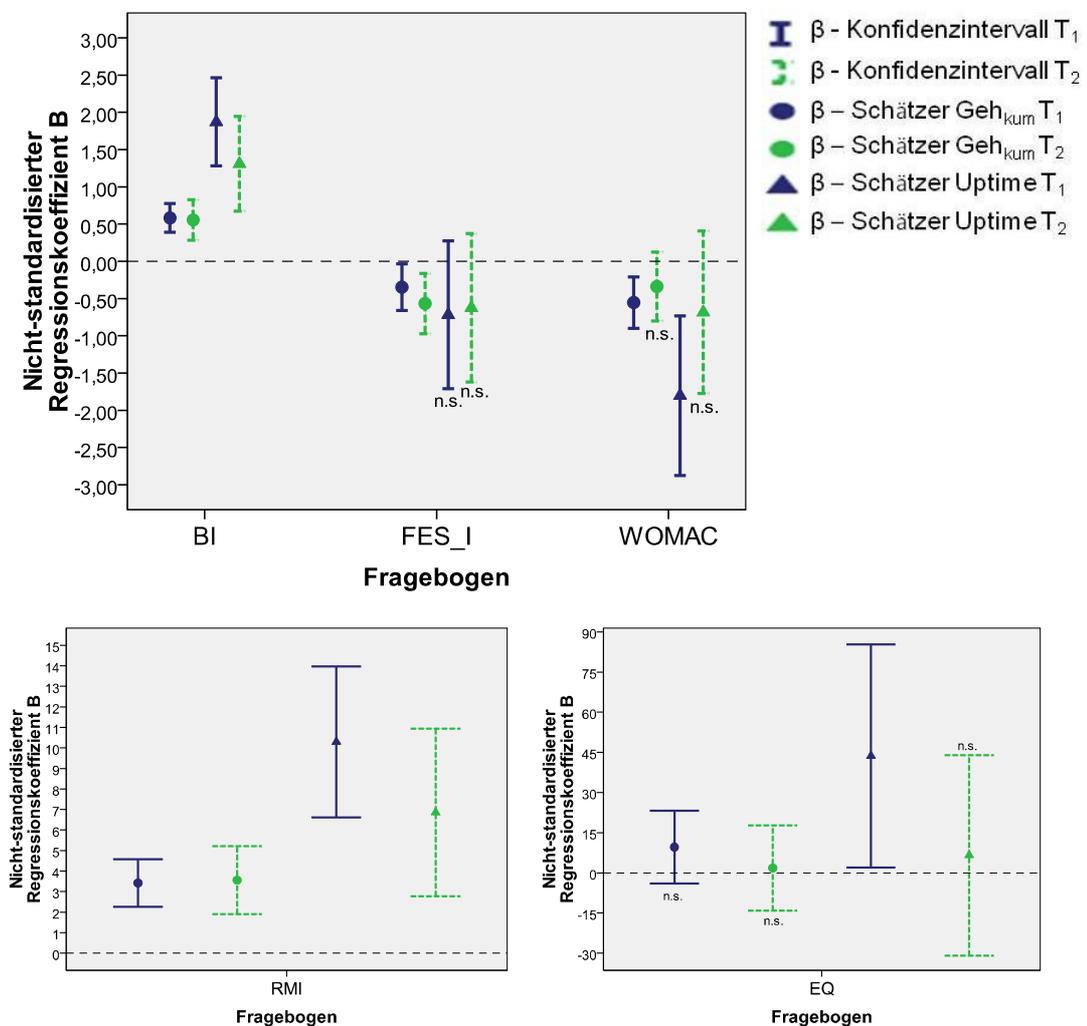


Abbildung 18: Effektstärke (nicht-standardisierter Regressionskoeffizient  $\beta$  und Konfidenzintervall) der fragebogenbasierten Parameter auf die Aktivitäten  $Geh_{kum}$  und  $Uptime$  zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .

Alle Regressionsberechnungen für die Parameter BI und RMI wurden signifikant und sind daher zu beiden Messzeitpunkten sehr gut geeignet, die beiden Parameter der körperlichen Aktivität vorherzusagen. Weiterhin war für beide Messzeitpunkte die Regression für die FES-I und die  $Geh_{kum}$  signifikant und für den Messzeitpunkt  $T_1$  die Regression für den WOMAC sowohl für die  $Geh_{kum}$  als auch für die *Uptime*. Diese können somit ebenfalls für eine Vorhersage genutzt werden. Zwar wird zusätzlich der EQ für die *Uptime* zum Zeitpunkt  $T_1$  signifikant, jedoch kann dieser mit einer erklärten Varianz von 6,5 % vernachlässigt werden. Die höchsten erklärten Varianzen wurden im BI sowie im RMI, vor allem zum Zeitpunkt  $T_1$ , erreicht (bis zu 38,8 %). Der WOMAC erklärte 14,0 % ( $Geh_{kum}$ ) bzw. 15,2 % (*Uptime*) der Varianz der körperlichen Aktivität, alle anderen signifikanten Ergebnisse weitaus weniger (zwischen 6,5 % und 11 %). Die GDS (graphisch nicht dargestellt) wurde während der Rehabilitation nur zu  $T_1$  durchgeführt. Für beide Parameter der körperlichen Aktivität war die Regression nicht signifikant.

Ein  $T_1/T_2$ -Vergleich der  $\beta$ -Werte und Konfidenzintervalle konnte nur für den BI, den RMI und die FES-I (hier nur für die  $Geh_{kum}$ ) stattfinden. Betrachtet man die Abbildungen, so sieht man für beide Parameter der körperlichen Aktivität eine mittlere bis hohe Überschneidung der Konfidenzintervalle der jeweiligen Messmethode zu  $T_1$  und  $T_2$ . Dies deutet darauf hin, dass sich die Effektstärken zwischen den beiden Messzeitpunkten nicht wesentlich voneinander unterscheiden.

Vergleicht man die nicht-standardisierten  $\beta$ -Werte der  $Geh_{kum}$  mit denen der *Uptime* der signifikanten Ergebnisse, so deuten auch hier die  $\beta$ -Werte der *Uptime* auf eine größere Steigung der Regressionsgeraden hin<sup>21</sup>. Einen Überblick über alle Werte bietet die Tabelle im Anhang (Anhang II-10).

---

<sup>21</sup> Zu beachten sei hier der negative Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und dem WOMAC.

#### 4.4.5 Vergleich der Effektstärken aller Messverfahren auf die körperliche Aktivität

Neben der Einzelbetrachtung (nicht-standardisierte Effektstärken) können alle Messverfahren über die Verwendung von z-standardisierten Effektstärken miteinander verglichen werden. Die beiden folgenden Abbildungen zeigen diesen Vergleich zum einen für die  $Geh_{kum}$  (Abbildung 19), zum anderen für die *Uptime* (Abbildung 20). Parameter, bei denen die Regressionsanalysen nicht signifikant waren, wurden ganz oder zum Teil ausgeschlossen. Da die standardisierten Werte auch die negativen Zusammenhänge darstellen, wurden zum besseren Vergleich bei -0,5 und 0,5 Referenzlinien eingezeichnet.

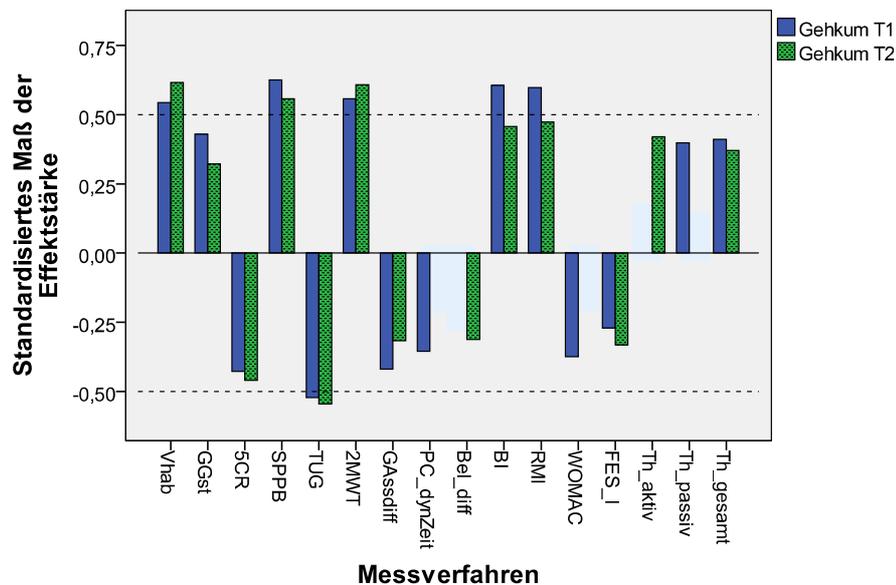


Abbildung 19:  $T_1/T_2$ -Vergleich der standardisierten Effektstärken für die Prädiktion der  $Geh_{kum}$ .

Im Vergleich fällt auf, dass jene Parameter die höchste Effektstärke für die Vorhersage der  $Geh_{kum}$  aufzeigten, die in irgendeiner Weise die Gehfähigkeit überprüfen bzw. beinhalten (V<sub>hab</sub>, SPPB, TUG, 2MWT, BI, RMI).

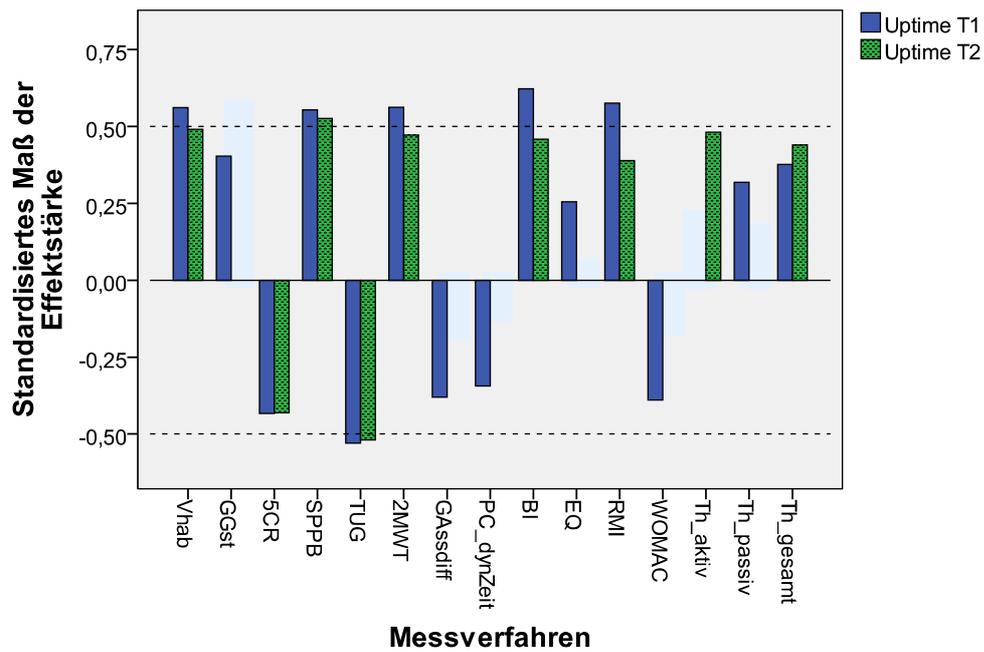


Abbildung 20:  $T_1/T_2$ -Vergleich der standardisierten Effektstärken für die Prädiktion der Uptime.

Wie bei der  $Geh_{kum}$  zeigten auch hier diejenigen Parameter die höchsten Effektstärken für die Uptime, die in irgendeiner Weise die Gehfähigkeit beinhalteten ( $V_{hab}$ , SPPB, TUG, 2MWT, BI, RMI).

Alle standardisierten Effektstärken können in einer Tabelle im Anhang (Anhang II-7 bis Anhang II-10) nachgelesen werden.

## 4.5 Generierung eines Modells zur Erklärung der Aktivität

Um die Frage zu beantworten, ob es zu den einzelnen Messzeitpunkten eine bestimmte Kombination aus Messverfahren gibt, aus denen die Höhe der körperlichen Aktivität von Hüftfrakturpatienten in der Rehabilitation abgeleitet werden kann, wurden verschiedene multiple Modelle überprüft. Im Folgenden werden zuerst Modelle für die einzelnen Bereiche „funktionelle Messverfahren“, „biomechanische Messverfahren“ und „Fragebögen“ dargestellt, anschließend ein mögliches bereichsübergreifendes Gesamtmodell für die jeweiligen Messzeitpunkte. Aufgeführt werden die im Modell verbleibenden Variablen, die zugehörige erklärte Varianz, die

Signifikanz des Modells und die Anzahl der Personen, mit denen das Modell gerechnet werden konnte.

#### **4.5.1 Erklärung der Aktivität durch funktionelle Messverfahren**

In die multiple lineare Regression gingen die Parameter  $GG_{st}$ ,  $V_{hab}$ , 5CR bzw. SPPB sowie TUG und 2MWT mit ein. Da die SPPB aus den Komponenten  $GG_{st}$ ,  $V_{hab}$  und 5CR besteht, wurden beide Varianten getrennt berechnet, damit diese sich nicht durch das Auftreten einer Kollinearität gegenseitig ausschlossen. Variante 1 beinhaltet somit die SPPB, den TUG und den 2MWT. Variante 2 beinhaltet die klinisch relevanten Einzelkomponenten  $GG_{st}$ ,  $V_{hab}$ , 5CR sowie TUG und 2MWT. Die folgende Tabelle (Tabelle 24) zeigt die Ergebnisse der multiplen linearen Regression mit „im Modell verbleibende Variablen“, „erklärte Varianz“, „Signifikanz“ und der „Anzahl der Personen, mit denen die Regression berechnet werden konnte“.

Tabelle 24: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionen für die funktionellen Parameter zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .

AV		Variante 1	Variante 2
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>1</sub></b>	Verbl. Variable	SPPB	2MWT
	Erklärte Varianz	31,6 %	28,0 %
	Signifikanz d. Modells	0,000	0,000
	n	42	41
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>2</sub></b>	Verbl. Variable	2MWT	$V_{\text{hab}} + GG_{\text{st}}$
	Erklärte Varianz	37,5 %	42,4 %
	Signifikanz	0,000	0,000
	n	55	54
<b>Uptime T<sub>1</sub></b>	Verbl. Variable	TUG	TUG
	Erklärte Varianz	26,6 %	26,6 %
	Signifikanz	0,000	0,001
	n	42	41
<b>Uptime T<sub>2</sub></b>	Verbl. Variable	TUG	TUG
	Erklärte Varianz	26,8 %	27,1 %
	Signifikanz	0,000	0,000
	n	55	54

AV: Abhängige Variable; Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; Uptime: kumulierte Zeit auf den Beinen; T<sub>1</sub>:Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme); T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>)  
n: Anzahl der Personen, mit denen die Regression gerechnet werden konnte;  
SPPB: Short Physical Performance Battery; 2MWT: Zwei-Minuten-Gehtest; V<sub>hab</sub>: habituelle Gehgeschwindigkeit; Gg<sub>st</sub>: Gleichgewicht im Stand; TUG: Timed Up & Go-Test

Für die Geh<sub>kum</sub> wurde zum Messzeitpunkt  $T_1$  durch die Variante 1 eine höhere erklärte Varianz erreicht als durch Variante 2. In den Modellen blieb jeweils nur ein Parameter übrig (verbl. Variable). Alle anderen Parameter trugen nicht zusätzlich zu einer Varianzaufklärung bei. Zum Messzeitpunkt  $T_2$  hingegen konnte durch Variante 2 eine höhere Varianzaufklärung erreicht werden. Hier verblieben zwei Parameter im Modell.

Für die Uptime zeigte sich zwischen den beiden Varianten und den Messzeitpunkten kein Unterschied im verbleibenden Parameter. Auch die Varianzaufklärung ist zu den unterschiedlichen Messzeitpunkten annähernd gleich.

#### 4.5.2 Erklärung der Aktivität durch biomechanische Messverfahren

In die multiple lineare Regression gingen die Parameter  $GA_{ssdiff}$ ,  $PC_{Fmax}$ ,  $PC_{dyn}$ ,  $PC_{diff}$ ,  $Sym_{diff}$ ,  $Bel_{diff}$ ,  $HK_{diff}$  und  $BK_{diff}$  mit ein. Die folgende Tabelle (Tabelle 25) zeigt die Ergebnisse der multiplen linearen Regression.

*Tabelle 25: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionen für die biomechanischen Parameter zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .*

<b>AV</b>		
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>1</sub></b>	Variable	$GA_{ssdiff} + BK_{diff}$
	Erklärte Varianz	26,6 %
	Signifikanz	0,003
	n	41
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>2</sub></b>	Variable	$GA_{ssdiff}$
	Erklärte Varianz	10,1 %
	Signifikanz	0,036
	n	44
<b>Uptime T<sub>1</sub></b>	Variable	$GA_{ssdiff}$
	Erklärte Varianz	19,5 %
	Signifikanz	0,004
	n	41
<b>Uptime T<sub>2</sub></b>	Variable	-
	Erklärte Varianz	-
	Signifikanz	-
	n	44

AV: Abhängige Variable; Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; Uptime: kumulierte Zeit auf den Beinen; T<sub>1</sub>:Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme); T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>); n: Anzahl der Personen, mit denen die Regression gerechnet werden konnte;  $GA_{ssdiff}$ : durchschnittliche Einzelstützphasendifferenz ;  $BK_{diff}$ : isometrische Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur

Für die Geh<sub>kum</sub> blieben zum Messzeitpunkt T<sub>1</sub> zwei Parameter im Modell, durch die insgesamt 26,6 % der Varianz erklärt werden konnten. Zu T<sub>2</sub> blieb nur ein Parameter im Modell, der jedoch nur 10,1 % der Varianz erklären konnte.

Für die Uptime blieb nur zum Zeitpunkt T<sub>1</sub> ein Parameter im Modell. Zum Zeitpunkt T<sub>2</sub> blieb hingegen kein Parameter im Modell.

### 4.5.3 Erklärung der Aktivität durch fragebogenbasierte Parameter

In die multiple lineare Regression gingen die Parameter BI, RMI, EQ, WOMAC, FES-I und GDS (nur zu  $T_1$ ) mit ein. Die folgende Tabelle (Tabelle 26) zeigt die Ergebnisse.

*Tabelle 26: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionen für die fragebogenbasierten Parameter zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$ .*

<b>AV</b>		
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>1</sub></b>	Variable	BI + RMI
	Erklärte Varianz	49,5 %
	Signifikanz	0,000
	n	65
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>2</sub></b>	Variable	RMI+ BI
	Erklärte Varianz	29,3 %
	Signifikanz	0,000
	n	65
<b>Uptime T<sub>1</sub></b>	Variable	BI + RMI
	Erklärte Varianz	49,3 %
	Signifikanz	0,000
	n	65
<b>Uptime T<sub>2</sub></b>	Variable	BI
	Erklärte Varianz	21,1 %
	Signifikanz	0,000
	n	65

AV: Abhängige Variable; Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; *Uptime*: kumulierte Zeit auf den Beinen;  $T_1$ :Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme);  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ ); n: Anzahl der Personen, mit denen die Regression gerechnet werden konnte; BI: Barthel-Index; RMI: Rivermead Mobility-Index

Für die Geh<sub>kum</sub> blieben zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$  zwei Parameter im Modell, durch die zu  $T_1$  insgesamt 49,5 % und zu  $T_2$  29,3 % der Varianz erklärt wurden.

Für die *Uptime* blieben zum Zeitpunkt  $T_1$  ebenfalls zwei Parameter im Modell, die zusammen 49,3 % der Varianz erklärten. Zum Zeitpunkt  $T_2$  hingegen blieb nur ein Parameter im Modell. Sowohl für die Geh<sub>kum</sub> als auch für die *Uptime* beschränkten sich die verbleibenden Parameter auf den Barthel-Index sowie den Rivermead Mobility-Index.

#### 4.5.4 Generierung eines Gesamtmodells

Diejenigen Parameter, die aus den Regressionsmodellen der einzelnen Bereiche hervorgingen, wurden einer weiteren multiplen linearen Regression unterzogen, um ein Gesamtmodell für jeden Messzeitpunkt zu generieren. Aus dem Bereich „funktionelle Messverfahren“ wurden die Parameter der Variante 2 gewählt, da die Einzelkomponenten der SPPB insgesamt eine höhere klinische Relevanz besitzen als die SPPB selbst (vgl. Kap 3.5.2.1.1). In das Gesamtmodell gingen folgende Parameter mit ein:

Gesamtmodell Geh<sub>kum</sub> T<sub>1</sub>: 2MWT, GA<sub>ssdiff</sub>, BK<sub>diff</sub>, BI, RMI

Gesamtmodell Geh<sub>kum</sub> T<sub>2</sub>: V<sub>hab</sub>, GG<sub>st</sub>, GA<sub>ssdiff</sub>, RMI, BI,

Gesamtmodell Uptime T<sub>1</sub>: TUG, GA<sub>ssdiff</sub>, BI, RMI

Gesamtmodell Uptime T<sub>2</sub>: TUG, BI

Tabelle 27 zeigt die Ergebnisse der multiplen Regressionen für die abhängigen Variablen der körperlichen Aktivität zu den Messzeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub>.

*Tabelle 27: Ergebnisse der multiplen linearen Regressionen zu den Messzeitpunkten T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub>.*

<b>AV</b>		
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>1</sub></b>	Variable	BI + BK <sub>diff</sub> + RMI
	Erklärte Varianz	54,8 %
	Signifikanz	0,000
	n	44
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>2</sub></b>	Variable	V <sub>hab</sub> + RMI
	Erklärte Varianz	43,9 %
	Signifikanz	0,000
	n	44
<b>Uptime T<sub>1</sub></b>	Variable	BI + RMI
	Erklärte Varianz	40,7 %
	Signifikanz	0,000
	n	41
<b>Uptime T<sub>2</sub></b>	Variable	TUG
	Erklärte Varianz	26,9 %
	Signifikanz	0,000
	n	57

AV: Abhängige Variable; Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; Uptime: kumulierte Zeit auf den Beinen; T<sub>1</sub>:Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme); T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>); n: Anzahl der Personen, mit denen die Regression gerechnet werden konnte; RMI: Rivermead Mobility-Index; SPPB: Short Physical Performance Battery; V<sub>hab</sub>: habituelle Gehgeschwindigkeit; BI: Barthel-Index; TUG: Timed Up & Go-Test

Für die  $Geh_{kum}$  blieben zum Messzeitpunkt  $T_1$  drei, zum Messzeitpunkt  $T_2$  zwei Parameter im Modell, die zusammen 54,8 % bzw. 43,9 % der Varianz erklärten. Der BI und die  $BK_{diff}$  zu  $T_1$  werden zu  $T_2$  durch die  $V_{hab}$  abgelöst.

Für die *Uptime* bleiben zum Zeitpunkt  $T_1$  ebenfalls zwei Parameter im Modell, die zusammen 40,7 % der Varianz erklärten. Auffällig hier ist, dass funktionelle oder biomechanische Messungen hier zu keiner weiteren Varianzaufklärung beitrugen. Da der BI sowie der RMI von allen Personen gemacht werden konnte, die multiple Regression des Gesamtmodells jedoch nur 41 gültige Personen einschließen konnte (Anzahl wurde durch die *missing values* der anderen Parameter, die mit getestet wurden, definiert), erlangt hier das Ergebnis der Regressionsanalysen der fragebogenbasierten Parameter aus Kapitel 4.5.3 (für *Uptime*  $T_1$ ) einen höheren Stellenwert (BI + RMI = 49,3 % erklärte Varianz).

Zum Zeitpunkt  $T_2$  hingegen blieb nur ein Parameter aus dem Bereich der funktionellen Messungen im Modell.

### 4.6 Prädiktion der körperlichen Aktivität zu $T_{FU}$

In den Kapiteln 4.4 und 4.5 wurde der Frage nachgegangen, durch welche, zum gleichen Messzeitpunkt aufgenommenen, funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierten Parameter die körperliche Aktivität von Hüftfrakturpatienten während eines Aufenthaltes in der geriatrischen Rehabilitation am besten eingeschätzt werden kann. In diesem Unterkapitel soll nun dargestellt werden, ob eine Prädiktion der körperlichen Aktivität zum Nachbeobachtungszeitpunkt  $T_{FU}$  durch die in der Rehabilitation zu  $T_2$  gemessene körperliche Aktivität möglich ist, ohne Beachtung möglicher Einflussfaktoren. Überprüft wurde dies zum einen für die Gesamtgruppe, zum anderen für die in Kapitel 4.2.1.4 definierten Subgruppen. Da die Prädiktion für die zu  $T_1$  definierten Subgruppen (anhand der  $Geh_{kum}$ ) sehr gering ausfiel, wurde die Gesamtgruppe zum  $T_2$  erneut bezüglich der  $Geh_{kum}$  unterteilt und den Ergebnissen vergleichend hinzugefügt.

#### 4.6.1 Prädiktion der körperlichen Aktivität zu $T_{FU}$ für die Gesamtgruppe

In die Regression gingen die Daten von 39 Personen ein (vgl. Kap. 4.1). Die folgende Tabelle (Tabelle 28) fasst die  $T_{FU}$ -Prädiktion der beiden Parameter der körperlichen Aktivität durch die Parameter der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt  $T_2$  zusammen.

*Tabelle 28: Prädiktion der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  durch die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt  $T_2$ .*

	n	Erklärte Varianz	$\beta$	CI Low	CI Upper	Sign.
<b>Geh<sub>kum</sub> <math>T_{FU}</math></b>						
- Geh <sub>kum</sub> $T_2$	39	22,6 %	0,523	0,201	0,845	0,002**
<b>Uptime <math>T_{FU}</math></b>						
- Uptime $T_2$	39	13,2 %	0,461	0,068	0,854	0,023*

Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; Uptime: kumulierte Zeit auf den Beinen;  $T_2$ : Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach  $T_1$ );  $T_{FU}$ : Follow-Up-Untersuchung (16 Wochen nach  $T_1$ ); n: Anzahl der Personen;  $\beta$ : nicht standardisierter Beta-Schätzer; CI Low: Konfidenzintervall Untergrenze; CI Upper: Konfidenzintervall Obergrenze; Sign.: Signifikanz;

\* Regression wird signifikant auf 0,05 Level

\*\* Regression wird signifikant auf 0,01 Level

Zwar wurden beide Modelle signifikant, die erklärte Varianz liegt jedoch höchstens nur knapp über 20 % für die Prädiktion der Geh<sub>kum</sub>.

#### 4.6.2 Prädiktion der körperlichen Aktivität zu $T_{FU}$ für definierte Subgruppen

In die Regressionen gingen die Daten von insgesamt 39 Personen ein, unterteilt in 3 Subgruppen mit jeweils 11 (SG1), 15 (SG2) und 13 (SG3) Patienten (vgl. Kap. 4.2.1.4). Die folgende Tabelle (Tabelle 29) fasst für alle Subgruppen die  $T_{FU}$ -Prädiktion der beiden Parameter der körperlichen Aktivität durch die Parameter der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt  $T_2$  zusammen.

Tabelle 29: Prädiktion der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  durch die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt  $T_2$  getrennt nach Subgruppen.

(SG1)		n	Erklärte Varianz	$\beta$	CI Low	CI Upper	Sign.
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>FU</sub></b>							
-	Geh <sub>kum</sub> T <sub>2</sub>	11	10,7 %	0,804	-0,948	2,557	0,326
<b>Uptime T<sub>FU</sub></b>							
-	Uptime T <sub>2</sub>	11	25,6 %	0,702	-0,201	1,605	0,112
(SG2)		n	Erklärte Varianz	$\beta$	CI Low	CI Upper	Sign.
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>FU</sub></b>							
-	Geh <sub>kum</sub> T <sub>2</sub>	15	25,0 %	-0,891	-1,816	0,033	0,057
<b>Uptime T<sub>FU</sub></b>							
-	Uptime T <sub>2</sub>	15	2,6 %	0,275	-0,739	1,289	0,568
(SG3)		n	Erklärte Varianz	$\beta$	CI Low	CI Upper	Sign.
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>FU</sub></b>							
-	Geh <sub>kum</sub> T <sub>2</sub>	13	27,4 %	0,681	-0,055	1,416	0,067
<b>Uptime T<sub>FU</sub></b>							
-	Uptime T <sub>2</sub>	13	13,0 %	0,451	-0,323	1,224	0,226

SG1: Subgruppe mit geringer Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>; SG2: Subgruppe mit mittlerer Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>; SG3: Subgruppe mit hoher Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>; Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; Uptime: kumulierte Zeit auf den Beinen; T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>); T<sub>FU</sub>: Follow-Up-Untersuchung (16 Wochen nach T<sub>1</sub>); n: Anzahl der Personen;  $\beta$ : nicht standardisierter Beta-Schätzer; CI Low: Konfidenzintervall Untergrenze; CI Upper: Konfidenzintervall Obergrenze; Sign.: Signifikanz

Alle Regressionsmodelle der Subgruppen waren nicht signifikant. Daraus folgt, dass die Messung der körperlichen Aktivität zu T<sub>2</sub> nicht geeignet ist, die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt T<sub>FU</sub> verlässlich für die definierten Subgruppen vorherzusagen.

#### 4.6.3 Prädiktion der körperlichen Aktivität zu T<sub>FU</sub> für zum Zeitpunkt T<sub>2</sub> neu definierte Subgruppen

Aus den zuvor aufgeführten Ergebnissen der ursprünglich definierten Subgruppen zeigte sich, dass die Subgruppeneinteilung (zu T<sub>1</sub>) für eine Prädiktion der körperlichen Aktivität zu T<sub>FU</sub> ungeeignet war. Unterteilt man die Gesamtgruppe zu T<sub>2</sub> anhand der Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>2</sub> in aktivitätsdefinierte

Subgruppen, so können folgende Ergebnisse aufgezeigt werden (Tabelle 30):

*Tabelle 30: Prädiktion der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  durch die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt  $T_2$  getrennt nach zu  $T_2$  neu definierten Subgruppen.*

<b>(SG1)</b>		<b>n</b>	<b>Erklärte Varianz</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>CI Low</b>	<b>CI Upper</b>	<b>Sign.</b>
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>FU</sub></b>							
- Geh <sub>kum</sub> T <sub>2</sub>		13	53,8 %	4,326	1,667	6,987	0,004**
<b>Uptime T<sub>FU</sub></b>							
- Uptime T <sub>2</sub>		13	35,8 %	0,884	0,099	1,669	0,031*
<b>(SG2)</b>		<b>n</b>	<b>Erklärte Varianz</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>CI Low</b>	<b>CI Upper</b>	<b>Sign.</b>
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>FU</sub></b>							
- Geh <sub>kum</sub> T <sub>2</sub>		16	4,5 %	-0,658	-2,388	1,072	0,428
<b>Uptime T<sub>FU</sub></b>							
- Uptime T <sub>2</sub>		16	3,7 %	0,396	-0,763	1,555	0,476
<b>(SG3)</b>		<b>n</b>	<b>Erklärte Varianz</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>CI Low</b>	<b>CI Upper</b>	<b>Sign.</b>
<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>FU</sub></b>							
- Geh <sub>kum</sub> T <sub>2</sub>		10	41,9 %	1,109	0,044	2,173	0,043*
<b>Uptime T<sub>FU</sub></b>							
- Uptime T <sub>2</sub>		10	9,2 %	0,404	-0,632	1,440	0,395

SG1: Subgruppe mit geringer Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>; SG2: Subgruppe mit mittlerer Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>; SG3: Subgruppe mit hoher Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>1</sub>; Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; Uptime: kumulierte Zeit auf den Beinen; T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>); T<sub>FU</sub>: Follow-Up-Untersuchung (16 Wochen nach T<sub>1</sub>); n: Anzahl der Personen;  $\beta$ : nicht standardisierter Beta-Schätzer; CI Low: Konfidenzintervall Untergrenze; CI Upper: Konfidenzintervall Obergrenze; Sign.: Signifikanz

Im Gegensatz zu den zu T<sub>1</sub> definierten aktivitätsspezifischen Subgruppen waren die Modelle hier vor allem für die SG1 (Geh<sub>kum</sub> und Uptime) und für die SG3 (Geh<sub>kum</sub>) signifikant und sind somit geeignet, die körperliche Aktivität der beiden genannten Subgruppen verlässlich im Rahmen des angegebenen Maßes (Bestimmtheitsmaß, erklärte Varianz) vorherzusagen. Die höchste erklärte Varianz wurde mit ca. 53 % in der SG1 für die Prädiktion der Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>FU</sub> durch die Geh<sub>kum</sub> zu T<sub>2</sub> erreicht.

## 4.7 Veränderungssensitivität und Boden-/Deckeneffekte

Die Veränderungssensitivität der einzelnen Messverfahren für den Zeitraum  $T_1/T_2$  wurde über die SRM berechnet und in Abbildung 21 vergleichend dargestellt. Werte zwischen 0 bis  $< 0,5$  zeigen eine kleine, Werte zwischen 0,5 und 0,8 eine moderate und Werte  $> 0,8$  eine hohe Veränderungssensitivität an (Husted et al., 2000). Gleiches gilt für die negativen Werte.

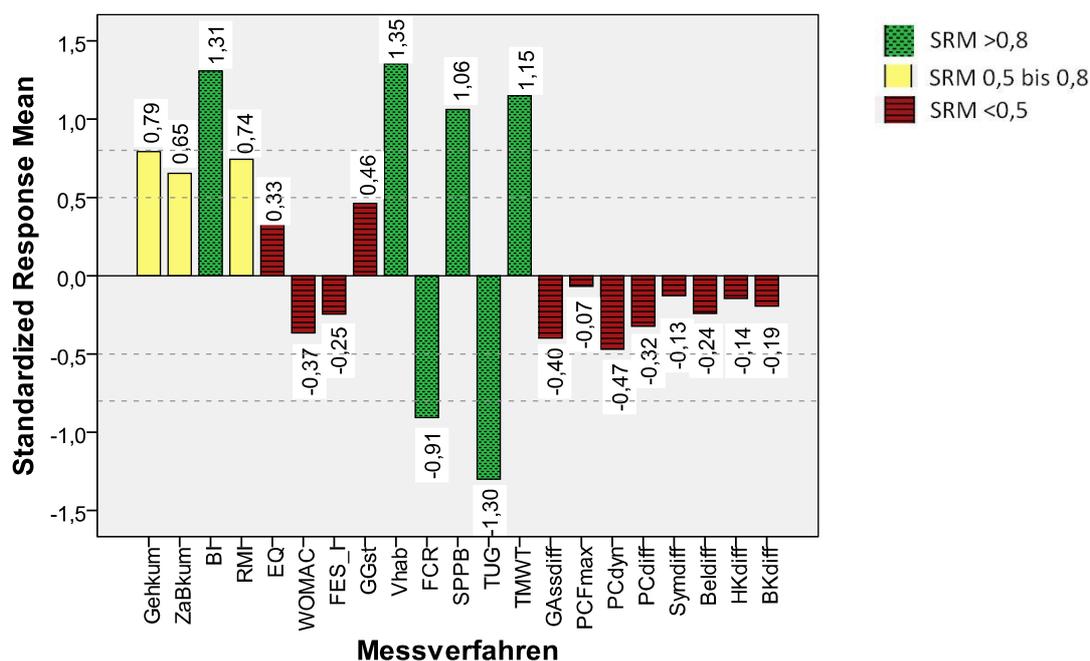


Abbildung 21: Vergleich der SRM der verschiedenen Messverfahren.

Die Werte der SRM lagen für den positiven Bereich (je höher desto besser) zwischen 0,33 und 1,35, für den negativen (je kleiner desto besser) Bereich zwischen -0,07 und -1,30.

Es fällt auf, dass die funktionellen Messverfahren insgesamt die höchsten Werte der Veränderungssensitivität aufwiesen. Auch der Barthel-Index erreichte als einziger der Fragebögen dieses Ergebnis. Der RMI zeigte eine moderate Veränderungssensitivität, ebenso wie die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität. Die Geh<sub>kum</sub> wies eine höhere Veränderungssensitivität auf als die *Uptime* und verfehlt mit 0,79 nur knapp den Bereich der höchsten Veränderungssensitivität. Die biomechanischen

Messverfahren sowie die meisten Fragebögen zeigten insgesamt nur eine sehr geringe Veränderungssensitivität.

Ein weiterer Aspekt, der eine Aussage über die Eigenschaft der Messmethode „Veränderungen aufzuzeigen“ zulässt, ist das Auftreten von Boden- bzw. Deckeneffekten. Für die funktionellen und biomechanischen Messverfahren wurden sowohl Bodeneffekte als auch Deckeneffekte registriert. Die Bodeneffekte kamen ausschließlich dadurch zu Stande, dass einige Personen bestimmte Tests nicht durchführen konnten (*missing values*), die Deckeneffekte dadurch, dass die Höchstwerte erreicht wurden und hierdurch keine weiteren Einstufungen erfolgen konnten. Zwar konnten die Fragebogenerhebungen bei allen Personen durchgeführt werden, Bodeneffekte im Sinne von *missing values* traten hier also nicht auf, jedoch war der überwiegende Teil der verwendeten Fragebögen durch eine eingeschränkte Differenzierungsmöglichkeit in diesem Kollektiv von Deckeneffekten betroffen. Bei der Messung der körperlichen Aktivität mittels Sensor kam es hingegen weder zu Boden- noch zu Deckeneffekten. Sowohl die Werte der  $Geh_{\text{kum}}$  als auch die der *Uptime* waren für alle Patienten zu allen Messzeitpunkten  $> 0$  Minuten. Die folgende Tabelle (Tabelle 31) gibt einen Überblick über das prozentuale Ausmaß der Boden- bzw. Deckeneffekte der einzelnen Tests für die Gesamtgruppe von 65 Personen.

Tabelle 31: Prozentualer Anteil der aufgetretenen Boden- bzw. Deckeneffekte der einzelnen Messmethoden bei  $n = 65$ .

Messmethode	Bodeneffekt T <sub>1</sub> [%]	Deckeneffekt T <sub>1</sub> [%]	Bodeneffekt T <sub>2</sub> [%]	Deckeneffekt T <sub>2</sub> [%]
Geh <sub>kum</sub>	0	-	0	-
Uptime	0	-	0	-
Gg <sub>st</sub>	0	9	0	19
V <sub>hab</sub>	17	-	9	-
5CR	18	-	9	-
SPPB	0	6	0	20
TUG	31	-	12	-
2MWT	28	-	14	-
PC <sub>Fmax</sub>	20	-	6	-
PC <sub>dyn</sub>	20	-	6	-
PC <sub>diff</sub>	20	-	6	-
Sym <sub>diff</sub>	8	-	5	-
Bel <sub>diff</sub>	14	-	6	-
HK <sub>diff</sub>	0	-	0	-
BK <sub>diff</sub>	0	-	0	-
BI	0	0	0	6
RMI	0	0	0	0
EQ	0	0	0	5
WOMAC	0	5	0	14
FES-I	0	0	0	0
GDS	0	6	n.e.	n.e.

Bodeneffekte: bedingt durch Nicht-Durchführbarkeit;

Deckeneffekte: bedingt durch Erreichen des Bestwertes

T<sub>1</sub>:Eingangsuntersuchung (1 Tag nach Aufnahme); T<sub>2</sub>: Verlaufsuntersuchung (2 Wochen nach T<sub>1</sub>)

Geh<sub>kum</sub>: kumulierte Gehzeit; Uptime: kumulierte Zeit auf den Beinen; Gg<sub>st</sub>: Gleichgewicht im Stand;

V<sub>hab</sub>: habituelle Gehgeschwindigkeit; 5CR: fünfmaliges Aufstehen von einem Stuhl; SPPB: Short

Physical Performance Battery; TUG: Timed Up & Go-Test; 2MWT: Zwei-Minuten-Gehtest; Sym<sub>diff</sub>:

Standdifferenz rechts-links; Bel<sub>diff</sub>: max. Belastungsdifferenz;

PC<sub>Fmax</sub>: maximale Bodenreaktionskraft; PC<sub>dyn</sub>: dynamische Aufstehzeit; PC<sub>diff</sub>: Differenz der Belastungsmaxima rechts-links;

HK<sub>diff</sub>: isometrische Handkraft; BK<sub>diff</sub>: isometrische Kraftmessung der Kniestreckmuskulatur

BI: Alltagsfunktion; RMI: Mobilität; EQ: Lebensqualität; WOMAC: Schmerzskala; FES-I: Sturzangst;

GDS: Depressivität

-: Keine Deckeneffekte möglich; n.e.: nicht erhoben



## 5 Diskussion

Dieses Kapitel widmet sich der Diskussion der aus Kapitel 4 hervorgegangenen Ergebnisse (Kap. 5.2). Vorab sollen die in dieser Studie angewandten Methoden auf mögliche Einschränkungen bezüglich Studiendesign und Auswahl der Probanden sowie der Auswahl der Messmethoden diskutiert werden (Kap. 5.1).

### 5.1 Diskussion der Methode

#### 5.1.1 Personenstichprobe und Studiendesign

Das hier verwendete Studiendesign wurde gewählt, da die Hauptfragestellung aus einer deskriptiven Betrachtung der körperlichen Aktivität in der genannten Fallgruppe bestand. Aufgrund des explorativen Charakters dieser Beobachtungsstudie wurde vorab keine Fallzahlplanung durchgeführt. Wie in Kapitel 3.6 erläutert, ergab sich die Fallzahl aus dem zur Verfügung stehenden Beobachtungszeitraum der Studie. Die Rekrutierung von Probanden in geriatrischen Rehabilitationseinrichtungen stellt sich im Allgemeinen aufgrund enger Ein- bzw. Ausschlusskriterien oft schwierig dar und bedarf häufig langer Rekrutierungszeiten, um passable Fallzahlen zu erhalten. In diesem Zusammenhang soll darauf aufmerksam gemacht werden, dass es sich in der vorliegenden Studie dadurch um eine stark selektierte Stichprobe handelt, da über die Hälfte der Patienten nach PFF die in Kapitel 3.2 genannten Kriterien nicht erfüllten. Dies sollte bei der Interpretation der Daten beachtet werden.

Neben den Ein- und Ausschlusskriterien schränkte zudem auch fehlendes Interesse der Probanden an einer Studienteilnahme und, bei Untersuchungen mit Messwiederholung, die Anzahl der durch interkurrente Ereignisse bedingten *Drop-Outs* die Fallzahl ein.

Vergleicht man die Anzahl der eingeschlossenen Patienten nach PFF der vorliegenden Arbeit jedoch mit den Fallzahlen bis dato veröffentlichter Publikationen zur Erfassung der körperlichen Aktivität in geriatrischen Rehabilitationseinrichtungen, so kann jedoch festgehalten werden, dass die

Fallzahl in dieser Arbeit momentan die umfangreichste ist. Auch im Vergleich zu Studien mit allgemeinen geriatrischen Patienten (Culhane et al., 2004; de Bruin et al., 2007; Smith et al., 2008) oder auch mit Patienten nach Schlaganfall (Esmonde et al., 1997; Gebruers et al., 2010) gehört die vorliegende Arbeit zu denen mit der größten Personenstichprobe. Lediglich eine Studie zur Erfassung der körperlichen Aktivität allgemeiner geriatrischen Patienten konnte mit größerer Stichprobe identifiziert werden (n = 245; Alessi et al., 2008). Die Autoren dieser Studie erfassten hierbei mittels „wrist actigraph“<sup>1</sup> die Inaktivität des dominierenden Arms bzw. die hieraus über einen speziellen Algorithmus abgeleitete Schlafzeit über 7 Tage.

Die *Drop-Out-Rate* zum Nachbeobachtungszeitpunkt  $T_{FU}$  lag, ausgehend von 65  $T_1/T_2$ -Completern bei 40 % und kann damit als sehr hoch angesehen werden. Neben Gründen wie erneuter Krankenhausaufenthalt, Umzug, Unerreichbarkeit und Tod sind auch Gründe wie Ablehnung der Untersuchung und Absage des Hausbesuchs zu nennen. Dies kann möglicherweise dadurch erklärt werden, dass besonders zum Nachbeobachtungszeitpunkt die Untersuchungen als nicht mehr notwendig angesehen wurden, die Patienten auf gedanklichen Abstand zum Ereignis Wert legten, keinen Sinn mehr in der Untersuchung sahen und auch den nötigen Abstand hatten, „Nein“ sagen zu können, wohingegen während der Rehabilitation die Untersuchung noch als notwendig und dazugehörend empfunden wurde. Die geringe Anzahl an Längsschnittstudien zu diesem Thema machte es schwierig, passende Vergleichswerte zu finden. TALKOWSKI ET AL. (2009) verzeichneten, in ihrer Studie zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der Therapiepartizipation sowie der Vorhersage funktioneller *Outcome-Parameter* mit drei- und sechsmonatigem *Follow-Up*, bei 18 Patienten nach PFF eine *Drop-Out-Rate* von 17 %. Trotz vergleichbarem Zeitintervall (3 vs. 4 Monate) kann diese Rate mit der der vorliegenden Studie nicht verglichen werden, denn die Forschergruppe um TALKOSWKI führte die

---

<sup>1</sup> Octagonal Sleep Watch-L, Ambulatory Monitoring, Inc, AMI, Ardsley, NY

Nachbefragungen, im Gegensatz zu dieser Studie, per Telefoninterview durch. Hausbesuche waren hingegen nicht notwendig. Dieser Umstand führte möglicherweise zu der niedrigeren *Drop-Out*-Rate. In einer Fallkontrollstudie von NORTON ET AL. (2000) bezüglich der Veränderung der körperlichen Aktivität nach einer PFF mit einem *Follow-Up* nach 2 Jahren konnten mit einer Gesamtfallzahl von 1821 Probanden 37 % *Drop-Outs* in der Gruppe der Personen nach PFF und 17 % in der Kontrollgruppe registriert werden. Aber auch hier ist ein Vergleich zur vorliegenden Studie aufgrund des unterschiedlichen Nachbeobachtungszeitraums nur bedingt möglich. Zudem wurden sowohl das *Baseline*- als auch das *Follow-Up*-Assessment per Interview (persönlich bzw. telefonisch) erhoben, was auch hier, gerade für den langen Nachbeobachtungszeitraum, die Bereitschaft zur Teilnahme erhöhen mochte. Darüber hinaus war auch eine Auskunft der Angehörigen möglich und führte nicht zu einem Ausschluss. Im Gegensatz zur vorliegenden Studie war der Hauptgrund des Ausscheidens bei TALKOWSKI ET AL. (2009) das Versterben der Teilnehmer innerhalb des Nachbeobachtungszeitraumes. In der vorliegenden Studie machte dieser Sachverhalt, ausgehend von 65 *T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub>-Completern*, den geringsten Anteil mit  $n = 2$  aus.

Um die Studienergebnisse verlässlich interpretieren zu können sollten die *Drop-Outs* auf eine mögliche Selektivität hin überprüft werden (vgl. Kap. 4.1). Diese Analysen wurden sowohl für die *T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub>-Drop-Outs* als auch für die *T<sub>FU</sub> Drop-Outs* durchgeführt. Hierbei konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den *T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub>-Drop-Out* und den *T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub>-Completern* bezüglich der Tage seit der Operation festgestellt werden. In der Regel begannen die *Drop-Outs* die Rehabilitation zwischen 3 und 4 Tagen früher als die *Completer*. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass diese Personen die Rehabilitation evtl. zu früh aufgenommen hatten, obwohl sie ggf. noch zu instabil dazu waren. Die angegebenen Gründe für das Ausscheiden wie Erkrankungen bzw. Infektionen oder Verlegungen in andere Abteilungen bestärken diese Vermutung. Unterstützt wird dieser Sachverhalt auch durch den tendenziellen Unterschied von rund 18 % (rund 10 Punkte) in der Ausprägung des Barthel-Index zwischen diesen beiden Gruppen.

In Bezug auf die Zusammensetzung des Kollektivs muss erwähnt werden, dass in der vorliegenden Arbeit Männer und Frauen nicht getrennt betrachtet wurden. Dies hatte mehrere Gründe. Die Anzahl der männlichen Patienten lag bei  $n = 7$  und kann daher nicht als eigenständige Gruppe betrachtet werden. Grund für diese geringe Fallzahl ist, so auch BOY ET AL. (2008), die ungleiche Verteilung aller Hüftfrakturen auf Männer (27 %) und Frauen (73 %) (vgl. Kap. 2.2.1). Alle Männer auszuschließen würde in der vorliegenden Studie jedoch einen Gesamtfallzahlenverlust von 11 % bedeuten. Aus diesem Grunde wurden beide Gruppen (Kap. 4.1) einer Prüfung auf Gruppenunterschiede bezüglich Alter, Kognition, ADLs, SPPB, Tage seit der Operation und der Anzahl der Behandlungstage unterzogen. Es konnten keine Unterschiede zwischen Männern und Frauen festgestellt werden. Eine Studie von LIEBERMAN UND LIEBERMAN (2004) mit geriatrischen Patienten bestätigt zwar ebenfalls, dass es keine Unterschiede zwischen Männer und Frauen bezüglich speziellen hüftfrakturassoziierten Variablen, dem Rehabilitationsfortschritt oder dem Ergebnis der Rehabilitation gibt, laut einer 2010 veröffentlichten Studie von ARINZON, SHABAT, PEISAKH, GEPSTEIN UND BERNER (2010) mit 99 geriatrischen Rehabilitanden nach PFF kann ein möglicher Unterschied in anderen Parametern jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

DI MONACO, VALLERO, DI MONACO, TAPPERO UND CAVANNA (2007) überprüften in einer Studie mit 684 älteren Frauen, ob die Art der Fraktur einen Einfluss auf das funktionelle *Outcome* (Barthel-Index) einer Rehabilitation hat. Die Autoren konnten diesbezüglich keinen Einfluss feststellen.

Nach der Überprüfung als möglichen *Confounder* auf die körperliche Aktivität (vgl. Kap. 4.3.1), wurde daher, um eine ausreichend große Fallzahl nutzen zu können, in der vorliegenden Arbeit auf eine Unterteilung bezüglich der Art der Fraktur verzichtet. Da kein Zusammenhang nachgewiesen werden konnte, wurde dieser Parameter lediglich zur Beschreibung der Gruppe herangezogen.

Aufgrund einer unzureichenden Datenlage zur Beschreibung der körperlichen Aktivität von Patienten nach PFF in geriatrischen Rehabilitationseinrichtungen konnten keine Studien gefunden werden, die Patienten in aktivitätsdefinierte Subgruppen unterteilte, um neben der Betrachtung der Gesamtgruppe den Verlauf von zu Beginn nahezu inaktiven, mäßig aktiven und sehr aktiven Patienten vergleichen zu können. Lediglich eine Studie von PENROD ET AL. (2007) beschäftigte sich ganz allgemein mit der Heterogenität von Hüftfrakturpatienten (vgl. Kap. 2.2.1 *Rehabilitative Nachversorgung*). Auch in der vorliegenden Studie kann von einer möglichen Heterogenität innerhalb der verwendeten Patientengruppe, u. a. auch bezüglich der körperlichen Aktivität, ausgegangen werden. Bestärkt wird diese Vermutung durch eine Studie von BERNHARDT ET AL. (2005), die für ihr Kollektiv (Patienten nach PFF) zum ersten Messzeitpunkt einen MQA der *Uptime* von 72 Minuten angaben. Die körperliche Aktivität von 50 % ihrer Probanden lag demnach sogar noch weiter vom Median (132 Minuten) entfernt. Auch GRANT ET AL. (2010) konnten in zwei allgemein geriatrischen Kollektiven in Rehabilitationseinrichtungen Standardabweichungen der *Uptime* von 40 bzw. 50 Minuten bei Mittelwerten von 70 bzw. 80 Minuten feststellen. Ähnliche Werte gehen auch aus einer Studie von EGERTON UND BRAUER (2009) hervor. Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Arbeit zusätzlich aktivitätsdefinierte Subgruppen gebildet. Die Einteilung der Subgruppen erfolgte über Dritteln der Gesamtgruppe anhand der  $Geh_{kum}$  zum Zeitpunkt  $T_1$  (bzw. auch zu  $T_2$ ). Bestärkt wird dieses Verfahren (Dritteln) durch die Tatsache, dass sich die so definierten Subgruppen neben der körperlichen Aktivität auch in den Parametern BI und SPPB signifikant voneinander unterschieden. Zudem konnten signifikante Unterschiede im Bereich Schmerz und Frakturtyp zwischen der SG1 und der SG3 festgestellt werden. Erwähnenswert ist, dass zur SG1 überwiegend Personen nach pertrochantärer Femurfraktur und zur SG3 überwiegend Personen nach Schenkelhalsfraktur zugeordnet wurden. Dies erklärt sich durch den Schweregrad der jeweiligen Frakturart bzw. der Art der Nachversorgung und den damit verbundenen Komplikationen (z. B. sind die Schmerzen nach pertrochantären Femurfrakturen in der Regel höher als nach Schenkelhalsfrakturen). Die SG2 scheint für die Parameter

Schmerz und Frakturtyp eine Mischgruppe darzustellen. Andere Methoden zur Subgruppenbildung wären ebenfalls denkbar gewesen (z. B. visuelles Klassieren, Einteilung anhand klinisch relevanter Cut-Werte, Einteilung auf Grundlage anderer Parameter z. B. Frakturtyp, Art der Versorgung, Zustand vor der Operation usw.), jedoch hätten diese Methoden ungleiche Gruppengrößen zur Folge gehabt und dadurch eine Einschränkung in der statistischen Aussagekraft.

Die Assessments fanden zu drei Messzeitpunkten statt: zu Beginn der Rehabilitation ( $T_1$ ), nach zwei Wochen ( $T_2$ ) und nach 16 Wochen ( $T_{FU}$ ; im häuslichen Umfeld der Patienten). Eine Untersuchung zu Beginn der Rehabilitation dient allgemein zum einen als Beschreibung des aktuellen Zustandes des Patienten und stellt gleichzeitig den Ausgangspunkt einer Verlaufsbeschreibung dar. Vierzehn Tage nach Aufnahme wurde eine zweite Untersuchung durchgeführt. Der gewählte Zeitpunkt erwies sich aus den bereits in Kapitel 3.1 erwähnten Gründen sinnvoll. Eine Messung zum Ende der Rehabilitation konnte aus organisatorischen Gründen in dieser Studie nicht durchgeführt werden. Hier sollte erwähnt werden, dass die Erhebung des kompletten Assessments eines Messzeitpunktes ca. drei Tage in Anspruch nahm, welche bei einer vorzeitigen Entlassung oder bei ausstehender Verlängerungsentscheidung hätte häufig nicht eingehalten werden können. Weiterhin können die Ergebnisse bei Entlassung aufgrund unterschiedlicher Rehabilitationsdauer der einzelnen Patienten und somit einer fehlenden Standardisierung nur schwer miteinander verglichen werden. Aus diesen Gründen wurde auf eine Untersuchung zum Entlassungszeitpunkt verzichtet. In der klinischen Routine hingegen, also bei individueller Betrachtung der Ergebnisse (keine Gruppenvergleiche), liefert dieser Zeitpunkt jedoch wichtige Informationen über den Gesamtrehabilitationserfolg jedes Einzelnen und sollte daher erhoben werden.

Ferner muss festgehalten werden, dass die  $T_1/T_2$ -Assessments zur Erfassung der körperlichen Leistungsfähigkeit zwar am gleichen Wochentag, jedoch aus organisatorischen Gründen oftmals nicht zur selben Tageszeit

durchgeführt werden konnten. Ein Einfluss (z. B. Ermüdung) am gleichen Tag terminierter Therapieeinheiten kann somit nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Jedoch achteten die Untersucher bei der Vergabe der Termine darauf, dass die Assessments entweder gleich morgens oder gleich nach der Mittagspause vergeben wurden, so dass ein Einfluss einer ggf. schon zuvor bestehenden Ermüdung durch vorangegangene Therapien so gering wie möglich gehalten wurde.

Zur Einschätzung der Übertragung des Rehabilitationserfolges bezüglich körperlicher Aktivität (im Sinne der Nachhaltigkeit) in den Alltag wurde eine weitere Untersuchung sechszehn Wochen nach  $T_1$  im häuslichen Umfeld des Patienten durchgeführt (nur Messung der körperlichen Aktivität). Dieser Zeitpunkt wurde gewählt, da hier ein vollständiges Wiedereinleben nach der Rehabilitation in das eigene Zuhause angenommen und andererseits noch mit einer vertretbaren *Drop-Out-Rate* gerechnet werden konnte. In diesem Zusammenhang sollte jedoch darauf hingewiesen werden, dass zum Zeitpunkt  $T_{FU}$ , aufgrund unterschiedlich langer Rehabilitationsaufenthalte, die Wiedereingewöhnungsphase in die häusliche Umgebung für jeden Patient verschieden lang war. Neben diesem Faktor könnten zusätzlich nicht erfasste Anschlussbehandlungen, das häusliche Umfeld selbst und das soziale Umfeld die körperliche Aktivität, sowohl positiv als auch negativ beeinflusst haben (z. B. Shumway-Cook et al., 2002; Strath, Isaacs, & Greenwald, 2007). Diese möglichen *Confounder* wurden zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  nicht erfasst, da der Fokus der vorliegenden Untersuchung vor allem auf den Erkenntnissen liegt, die durch die in der Rehabilitation gemessenen Parameter getroffen werden können. Die Ergebnisse der Prädiktionsprüfung der körperlichen Aktivität zu  $T_{FU}$  durch die körperliche Aktivität zu  $T_2$  sollte daher ganz allgemein, also unabhängig von möglichen *Confoundern*, betrachtet werden. Künftige Studien sollten jedoch bei der Betrachtung der körperlichen Aktivität im häuslichen Umfeld zur besseren Verständlichkeit und Interpretation der Ergebnisse diese Faktoren mit berücksichtigen.

### 5.1.2 Therapieeinheiten

Wie in Kapitel 3.4 näher erläutert wurden die Therapieeinheiten aufgrund ihres Inhaltes grob in „aktiv“ und „passiv“ eingeteilt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese Einteilung nur unzureichend die exakten Inhalte widerspiegelt. Die Inhalte z. B. der Einzeltherapien können stark variieren, wodurch eine genaue Zuordnung erschwert wurde. So passten z. B. die Therapeuten die Therapie an die Fähigkeiten des Patienten an. Obwohl insgesamt die Einzelphysiotherapie als „aktiv“ deklariert wird, stand bei schwachen Personen am Anfang der Rehabilitation z. B. eine Mobilisation oder ein Transfertraining im Vordergrund, später dann erst die allgemeine Mobilität, welche auch längere Gehphasen beinhaltete oder eine spezielle Gangschule. Im ersten Fall misst der in dieser Studie verwendete Aktivitätssensor eher überwiegend passive Phasen (Sitzen), im zweiten Fall überwiegend aktive Phasen (kumulierte Gehzeit bzw. Zeit auf den Beinen). Die Zusammenhangsprüfung aus Kapitel 4.3.2 zwischen der körperlichen Aktivität und den Therapieeinheiten sollte daher mit diesem Hintergrundwissen betrachtet werden.

### 5.1.3 Messmethoden, Datenbearbeitung und Variablen

Ganz allgemein kann festgehalten werden, dass die Akzeptanz gegenüber dem doch umfangreichen Assessment und der Aktivitätsmessung mittels Sensors bei allen Patienten innerhalb der Rehabilitation recht hoch war. Lediglich drei Personen lehnten zum Zeitpunkt  $T_2$  eine erneute Messung ab. Zum Nachbeobachtungszeitpunkt hingegen (sprich nach der Rehabilitation) nahm diese Akzeptanz ab. Hier gaben mehr als 50 % (14 von 26) der *Drop-Outs* als Grund der Ablehnung das Tragen des Sensors an. Gründe hierfür wurden bereits in Kapitel 5.1.1 genannt. Da der Sensor am Brustkorb befestigt wurde, war ein komplettes Verstecken unter der Kleidung nicht möglich. Daher könnte ein weiterer Grund eine mögliche Angst vor einer Stigmatisierung durch das persönliche Umfeld gewesen sein. Da es wenige Untersuchungen bei älteren Menschen mit dem in dieser Arbeit verwendeten Sensorsystem gibt, kann dieser Grund im vorliegenden Kollektiv nur

vermutet werden. Eine Studie, bei der dieser Sensor ebenfalls zum Einsatz kam, konnte bei älteren zuhause lebenden, jedoch freiwillig teilnehmenden Personen keine Angst vor einer Stigmatisierung feststellen (Nicolai et al., 2010). Dies mag aber auch an der Auswahl bzw. des freiwilligen Charakters des Kollektivs liegen.

### *Sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität*

Der in dieser Studie verwendete Aktivitätssensor wurde in Studien von NAJAFI ET AL. (2003), PARASCHIV-IONESCU ET AL. (2004) und SALARIAN ET AL. (2007) für allgemein ältere Menschen (auch hospitalisierte Personen) und auch Parkinsonpatienten validiert. Eine Validierung explizit für Patienten nach PFF liegt bis dato jedoch nicht vor. Da ein Parkinson-Syndrom ebenfalls mit einem veränderten Gangbild einhergeht (Boonstra, van der Kooij, Munneke, & Bloem, 2008), wird auch bei Patienten nach Hüftfraktur eine gute Sensitivität und Spezifität für die Erkennung der einzelnen Phasen (gehen, stehen, sitzen, liegen, Transfers) angenommen.

Bezüglich der in dieser Untersuchung verwendeten Aktivitätsparameter ( $Geh_{kum}$ ,  $Uptime$ ,  $Epi_{länge}$ ,  $Geh_{max}$ ,  $Epi_{anzahl}$ ) ist zu beachten, dass für diese keine eigene Validierung vorliegt. Die Validierung bezog sich ausschließlich auf die ursprünglichen Parameter „Gehen“, „Stehen“, „Sitzen“ und „Liegen“. Da jedoch die validierten Parameter „Gehen“, „Stehen“, „Sitzen“ und „Liegen“ entweder aus den zusätzlich verwendeten Parametern ( $Geh_{max}$ ,  $Epi_{anzahl}$ ,  $Epi_{länge}$ ) resultieren oder die zusätzlichen Parameter ( $Geh_{kum}$ ,  $Uptime$ ) aus den ursprünglichen Parametern errechnet werden konnten, sollten die genannten Validierungsstudien (Najafi et al., 2003; Paraschiv-Ionescu et al., 2004; Salarian et al., 2007) auch für diese Parameter Gültigkeit besitzen.

Neben den in dieser Studie verwendeten Parametern wären auch noch weitere Parameter, wie z. B. die Anzahl der Sitz-Stand-Transfers als Maß der Aktivitätsphasenwechsel, denkbar gewesen. Gerade aber bei diesem Parameter muss jedoch erwähnt werden, dass der dazugehörige Algorithmus für die „wahre“ Erkennung nicht ausreichend war. Bei Nicht-Erkennung der Transfers wurden diese anhand der chronologisch registrierten

Bewegungsphasen durch den Algorithmus logisch erschlossen. Hierbei kam es jedoch zu Diskrepanzen (vgl. Salarian et al., 2007). Die Anzahl der Sitz-Stand-Transfers wurde daher in der verwendeten Softwareversion nicht angeboten. Auch Parameter, die eher Aspekte des Stehens, Sitzens oder Liegens abbilden wurden ebenfalls in dieser Studie nicht berücksichtigt (z. B. Stehepisoden), sollten aber in künftigen Studien auch auf eine mögliche klinische Relevanz hin untersucht werden.

Bei der Interpretation der neu errechneten Parameter sollten weiterhin mögliche, nicht erhobene, *Confounder* bedacht werden. So kann z. B. die  $Geh_{max}$  sehr stark von der Lage des Zimmers zum Speisesaal oder zum Therapieraum abhängig sein. Patienten, die beispielsweise ein Zimmer in der Nähe des Speisesaals bezogen hatten, brauchten nur eine kurze Strecke dorthin zurücklegen. Die Bauweise des Gebäudes schränkte hier möglicherweise die  $Geh_{max}$  dieser Patienten ein, obwohl sie vielleicht in der Lage gewesen wären, eine viel längere Strecke ohne Unterbrechung zu gehen. Künftige Studien sollten daher zur exakten Beschreibung der körperlichen Aktivität z. B. auch architektonische Gegebenheiten mit berücksichtigen.

Auch folgende Aspekte können als mögliche Einschränkungen in der Interpretation der Aktivitätsergebnisse gesehen werden. Wie in Kapitel 3.5.1 genau beschrieben, konnte das Aktivitätsmonitoring bei sechzehn Patienten zwar über neun Stunden, jedoch nicht exakt von 9:00-18:00 Uhr erfasst werden. Um die Daten jedoch zwischen  $T_1$  und  $T_2$  vergleichbar zu machen, wurden in diesen Fällen beide Messungen ( $T_1$  und  $T_2$ ) über das gleiche, etwas verschobene, Zeitfenster ausgewertet (z. B. 8:30-17:30 Uhr sowohl zu  $T_1$  als auch zu  $T_2$ ). Bei insgesamt fünf Patienten war entweder zu  $T_1$  oder zu  $T_2$  eine Messung unvollständig (< 9 Std.). In diesem Fall wurde die fehlende Zeit anteilig auf neun Stunden imputiert (im Mittel um 56 Minuten; vgl. Kap. 3.5.1) und über das gleiche Zeitfenster wie die vorliegende vollständige Messung ausgewertet. Die Methode der Imputierung stellt einen Mittelweg dar, mit fehlenden Zeiten zu verfahren. Es sollte bedacht werden, dass die imputierte Zeit, je nachdem ob die

fehlende Zeit den Morgen oder den Abend betrifft, die reale Zeit möglicherweise über- oder unterschätzt. Nach eigenen Einschätzungen bzw. Beobachtungen ist der Morgen innerhalb des Rehabilitationsaufenthaltes durch höhere Aktivitäten geprägt (Therapieeinheiten, noch wenig Ermüdungserscheinungen), wohingegen der frühe Abend sich durch weniger Aktivität auszeichnet (keine Therapien nach 16:00 Uhr, ggf. Ermüdungserscheinungen durch die an diesem Tag absolvierten Therapieeinheiten). Bis dato beschäftigte sich (nach Wissen der Autorin) nur eine Studie mit der Verteilung der körperlichen Aktivität über den Tag innerhalb einer geriatrischen Rehabilitation. Das geriatrische Kollektiv von SMITH ET AL. (2008) zeigte zwischen 9:00-17:00 Uhr eine höhere Aktivität als nach 17:00 Uhr. Der Tag wurde dabei in drei 8-Stunden Blöcke unterteilt. Diese sind jedoch zu grob gewählt, um genaue Aussagen bezüglich der Verteilung der körperlichen Aktivität zu den einzelnen Tageszeiten treffen zu können. Optimal für die geriatrische Rehabilitation wären z. B. 4 Stunden Blöcke (beispielsweise 8:00-12:00, 12:00-16:00 usw.).

Die Problematik der Anzahl der Messtage (Aktivitätsmessung) wurde bereits in Kapitel 2.3.2 genauer behandelt. Dem ist noch hinzuzufügen, dass obwohl in der Literatur vielfach eine Messdauer von drei bis fünf Tagen empfohlen wird (Tudor-Locke et al., 2005), dies in diesem Setting nicht sinnvoll erschien, denn bei einer Messung über mehrere Tage bestand hier möglicherweise die Gefahr einer Verzerrung durch die Messung einer Progression. Da der Tagesablauf im Rehabilitationsalltag jedoch gerade zwischen 9:00 und 18:00 Uhr stark vorgegeben war (eine geringere Tag-zu-Tag-Variabilität wird angenommen) und eine Auswertung der Messungen über die gesamte Gruppe stattfand (Nicolai et al., 2010), konnte die Messdauer auf einen Tag angesetzt werden. Hier kommt allerdings hinzu, dass das Tragen des verwendeten Sensors in der Nacht erfahrungsgemäß von den Patienten nicht akzeptiert wurde. Die Messzeit musste daher aus diesem Grund und den damit verbundenen organisatorischen Problemen auf 9 Stunden reduziert werden. Künftigen Studien sei daher empfohlen, kleinere Sensoren, die beispielsweise auf die Haut aufgeklebt werden

können, zu verwenden, um in diesem Setting die Aktivität über volle 24 Stunden erfassen zu können (inkl. Nachtzeit). Dies erleichtert den Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien. Ein weiterer Vorteil dieser kleineren Sensoren (z. B. activPAL™<sup>2</sup>) ist, dass sie weder beim Kleidungswechsel noch zum Duschen noch beim Schlafen abgelegt werden müssen.

Ein Ablegen des Sensors war den Patienten tagsüber nur unter bestimmten Bedingungen erlaubt: bei Massage-Anwendungen, die den Oberkörper betrafen oder bei Röntgen- oder CT-Untersuchungen. In dieser Zeit sollte der Sensor flach auf eine Unterlage gelegt werden. Diese Zeit erkannte der Sensor als „Liegen“. Bewegungen, die während dieser „sensorfreien“ Zeit vom Patienten durchgeführt wurden (Transfers, kürzere Gehstrecken usw.) wurden vom Sensor nicht registriert. Da solche Anwendungen/Untersuchungen jedoch häufig kurzfristig stattfanden und zumeist nicht in den Therapieplänen eingetragen waren, konnten diese Phasen vom Untersucher nicht verlässlich dokumentiert werden. Solche Untersuchungen kamen allerdings am Tag der Aktivitätsmessung recht selten vor und betrafen nur einen Bruchteil der in der Studie eingeschlossenen Patienten. Die Dauer der genannten sensorfreien Untersuchungen belief sich in der Regel auf weniger als 30 Minuten.

Zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  konnte ebenfalls nicht ausgeschlossen werden, dass der Sensor für kurze Zeiten abgelegt und flach auf eine Unterlage gelegt wurde (z. B. beim Kleidungswechsel). Diese Phasen konnten von den Untersuchern ebenfalls nicht registriert werden.

Ein letzter möglicher Einfluss auf die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt der Messungen könnte durch die fehlende Verblindung der Probanden gegenüber dem Sensor entstanden sein. So wiesen CLEMES, MATCHETT UND WANE (2008) in einer Studie nach, dass sich die Schrittzahl nach Aufklärung des Probanden über das *Outcome* des Sensors signifikant erhöhte. Zuerst wurde die Schrittzahl einer Woche bei verblindeten Probanden erhoben, anschließend trugen die gleichen Probanden den

---

<sup>2</sup> PAL Technologies Ltd<sup>©</sup>, Glasgow, UK

gleichen Sensor für weitere sieben Tage, diesmal jedoch mit dem Wissen darüber, was genau erhoben wird.

Ganz allgemein sollte noch darauf hingewiesen werden, dass in der vorliegenden Arbeit zwar von „Aktivitätsverläufen“ über die Zeit gesprochen wird, die Interpretation der körperlichen Aktivität als Verlauf über die drei Messzeitpunkte jedoch mit Vorsicht betrachtet werden sollte. Gemessen wurden drei mal neun Stunden. Über den exakten Verlauf bzw. die Entwicklung der körperlichen Aktivität zwischen diesen Messzeitpunkten kann jedoch nur spekuliert werden. So kann der Verlauf zwischen den Messzeitpunkten kontinuierlich oder aber unregelmäßig stattgefunden haben. Auch dies mag bei jedem Patienten wiederum unterschiedlich gewesen sein (Gill, Gahbauer, Han, & Allore, 2009). Die in dieser Studie zu den drei Messzeitpunkten gemessene körperliche Aktivität stellt somit eher eine Zustandsbeschreibung zu dem jeweiligen Zeitpunkt als eine exakte „Verlaufsbeschreibung“ dar. Hierzu müsste die körperliche Aktivität zu mehr als drei Messzeitpunkten erfasst werden, optimalerweise täglich.

#### *Messung der körperlichen Leistungsfähigkeit*

Zur Überprüfung der körperlichen Leistungsfähigkeit wurden solche funktionellen Messungen ausgewählt, die momentan standardmäßig in der geriatrischen Rehabilitation zum Einsatz kommen (Zennek & Lübke, 2009). Die Validität und Reliabilität dieser funktionellen Messverfahren sind in der Literatur für geriatrische Patienten überwiegend gut beschrieben (Latham et al., 2008; Brooks, Davis, & Naglie, 2006; Fisher, Ottenbacher, Goodwin, Graham, & Ostir, 2009), obwohl diese Testverfahren nicht ursprünglich für ein geriatrisches Kollektiv entwickelt wurden (vgl. Kap. 2.2.2). Für den 2MWT konnte nur eine Studie zur Reliabilitätsprüfung identifiziert werden, die sich auf ein Kollektiv mit COPD Patienten bezog. Für dieses Kollektiv konnte eine ausreichende Reliabilität nachgewiesen werden. Eine Überprüfung der Gütekriterien des TUG-Tests durch ROCKWOOD, AWALT, CARVER UND MCKNIGHT (2000) zeigte für geriatrische Patienten eine ungünstige Test-Retest-Reliabilität, was möglicherweise durch den

vergleichsweise hohen kognitiven Anteil dieses Testes zu erklären ist (siehe unten).

Neben den Gütekriterien soll auch darauf hingewiesen werden, dass es, wie zuvor in Kapitel 2.2.2 beschrieben, aufgrund der Art und der Skalierung mancher funktioneller Testverfahren zu Bodeneffekten bzw. *missing values* kam (Jarnlo, 2003). Dies hatte zur Folge, dass die Fallzahl, mit der manche Fragestellungen bearbeitet wurden, kleiner als das ursprüngliche Kollektiv ausfiel (z. B. Regressionsmodelle vgl. Kap. 4.5). Um die Daten nicht zu verzerren, wurden fehlende Werte in dieser Arbeit nicht ersetzt und gingen damit auch nicht in die Berechnungen mit ein. Dies hat den Vorteil, dass die Ergebnisse zwar für das verbleibende Kollektiv interpretierbar bleiben, zu Beginn ganz schwache Personen werden allerdings hierdurch nicht berücksichtigt.

Bezüglich der einzelnen Tests sollte erwähnt werden, dass die SPPB aufgrund ihrer retrospektiven Scoreberechnung nicht für die klinische Routine, wo es überwiegend um einen individuellen Vergleich geht, geeignet ist. Um eine adäquate Verteilung der Punkte vornehmen zu können, müssen Werte eines passenden Vergleichskollektivs oder Werte des eigenen Kollektivs über mehrere Messzeitpunkte vorliegen (vgl. Kap. 3.5.2.1.1). Zwar bieten GURALNIK ET AL. (1994) in ihrer Studie ein Vergleichskollektiv an, dieses bezieht sich jedoch auf ältere zuhause lebende Menschen und kann somit für geriatrische Rehabilitanden nicht als Vergleichsgrundlage dienen. Für eine Untersuchung, wie sie in der vorliegenden Arbeit beschrieben ist, stellt dies kein Problem dar, da die Betrachtung nicht auf das Individuum sondern auf das gesamte Kollektiv abzielt ( $\neq$  klinische Routine) und retrospektiv erfolgen konnte. Hierfür wurden die Veränderungen über die Zeit am eigenen Kollektiv (Quartilseinteilung zu  $T_1$ , vgl. Kap. 3.5.2.1.1) überprüft.

Die Problematik des 5CR liegt in der Art der Messung. Es sei zu beachten, dass über den 5CR die habituelle Aufstehgeschwindigkeit erfasst wurde, der Fokus der Physiotherapie bei Patienten nach PFF jedoch verstärkt auf der Verbesserung der Aufstehqualität lag. So können Verbesserungen, wenn

diese sich vor allem im qualitativen Bereich ereignet haben, über die Geschwindigkeit nicht unbedingt aufgezeigt werden (z. B. T<sub>1</sub> Durchführung mit Armlehne in 12 s, T<sub>2</sub> Durchführung ohne Armlehne in 15 s). Weiterhin kann in diesem Kollektiv die Durchführung des Tests bzw. die Geschwindigkeit des Aufstehens durch vorherige Instruktionen des behandelnden Arztes beeinflusst worden sein. So sind vielen Patienten nach PFF rasche Bewegungen aufgrund erhöhter Luxationsgefahr untersagt. Es sei in künftigen Studien zu überlegen, ob abhängig von der zugrunde liegenden Pathologie bzw. Belastungsstabilität nicht auf andere Testverfahren zur Erfassung der Kraft bzw. Funktion der unteren Extremitäten zurückgegriffen werden sollte. Bezüglich auftretender Bodeneffekte bzw. *missing values* könnte der Test künftig so durchgeführt werden, dass die Anzahl der habituellen Aufstehversuche in 30 Sekunden gemessen wird. Hierdurch kann, unabhängig ob durchführbar oder nicht, für jeden Patienten ein Wert ermittelt werden (Jones, Rikli, & Beam, 1999).

Für funktionelle Untersuchungen, die ein „Gehen“ beinhalteten, sprich die V<sub>hab</sub> über 10 Meter und der 2MWT, sollte erwähnt werden, dass die Wahl des Hilfsmittels bzw. der Umgang mit einem Hilfsmittel die V<sub>hab</sub> bzw. die Gehstrecke beim 2MWT beeinflusst haben könnte. Ähnlich wie bei der Messung des 5CR lag auch hier der Fokus der Therapie in erster Linie auf einer Qualitätsverbesserung. So war nicht auszuschließen, dass Patienten zum Zeitpunkt T<sub>1</sub> einen Rollator beim Assessment benutzen, zu T<sub>2</sub> jedoch nicht mehr. Auswirkungen auf die V<sub>hab</sub> können dabei nicht ausgeschlossen werden (Schwenk, Schmidt, Pfisterer, Oster, & Hauer, 2011). Auffällig ist ebenfalls, dass sowohl zu T<sub>1</sub> als auch zu T<sub>2</sub> mehr Personen die V<sub>hab</sub> durchführen konnten als den 2MWT. Dies mag möglicherweise in der Reihenfolge der Assessments begründet liegen. So fand die Messung der 10-Meter-Gehstrecke (V<sub>hab</sub>) gleich nach der Überprüfung des Gleichgewichts zu Beginn der Untersuchung statt. Der 2MWT hingegen wurde als letzter Test, nach den kraftbeanspruchenden Assessments, durchgeführt. Die höhere *missing value* Rate des 2MWT zu beiden Testzeitpunkten lässt sich ggf. durch einen höheren Ermüdungsgrad erklären.

Bei der Durchführung des TUG-Tests wurden die meisten *missing values* durch Bodeneffekte verursacht. Gründe hierfür finden sich möglicherweise in der Zusammensetzung des Tests, nämlich einer Kombination aus verschiedenen motorischen Aufgaben, die durch die Aneinanderkopplung einen stark kognitiven Anteil besitzen. In der vorliegenden Studie lag der Mittelwert des Kognitionsscreenings (SOMC, vgl. Kap. 4.1) bei  $8,06 \pm 5,29$  Punkten ( $M \pm SD$ ), also unter dem kritischen Wert von 10 Punkten (Katzman et al., 1983). Die *missing values* liegen daher möglicherweise in Einzelkomponenten der motorischen Anteile (z. B. Aufsteh-Anteil) oder, wie der 2 MWT, im Zeitpunkt der Messung (vorletzte Messung) begründet. Um *missing values* zu vermeiden, sollten künftige Studien auf Alternativen, wie z. B. die „*expanded version*“ des TUGs zurückgreifen. Hierbei wird der TUG-Test in seine Teilbereiche zerlegt und die Einzelkomponenten bewertet (Botolfsen, Helbostad, Moe-Nilssen, & Wall, 2008).

Neben den funktionellen Messungen wurden zusätzlich verschiedene Parameter aus biomechanischen Messverfahren erhoben. Im Gegensatz zu den funktionellen Messverfahren kann aufgrund einer softwaregestützten Bewegungsanalyse von einer höheren Objektivität ausgegangen werden. Ein weiterer Vorteil ist in der Art der erhaltenen Parameter zu sehen. Neben quantitativen Parametern (z. B. Bewegungsgeschwindigkeit) können auch qualitative Parameter (z. B. Gangsymmetrie) erfasst werden. Nachteil ist, dass es aufgrund der Art und Weise der Tests, ähnlich der funktionellen Messverfahren, ebenfalls zu Bodeneffekten kommen kann. Diese werden jedoch, im Gegensatz zu den funktionellen Messungen nur durch die Situation „nicht durchführbar“ hervorgerufen und nicht zusätzlich durch eine unzureichende Differenzierungsfähigkeit. Deckeneffekte treten bei den gewählten biomechanischen Messverfahren, aufgrund der bereits erwähnten höheren Differenzierungsfähigkeit dieser Verfahren, nicht auf (Jarnlo, 2003). Die in dieser Arbeit erhobenen funktionellen und biomechanischen Parameter wurden nicht konkurrierend sondern ergänzend ausgewählt.

*Messung fragebogenbasierter Parameter*

Bei der Durchführung der Fragebögen traten keine Probleme auf. Im Gegensatz zu den funktionellen und biomechanischen Messverfahren konnten alle Fragebögen von allen Patienten vollständig beantwortet werden. Die Gütekriterien der verwendeten Fragebögen sind in der Literatur gut beschrieben (u. a. Collin, Wade, Davies, & Horne, 1988; Denkinger et al., 2009; Green, Forster, & Young, 2001; Perry, 1992; Rossier & Wade, 2001; Wade & Vergis, 1999; Wancata, Alexandrowicz, Marquart, Weiss, & Friedrich, 2006).

## 5.2 Diskussion der Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse in der Reihenfolge der in Kapitel 2.5 aufgestellten Fragestellungen diskutiert. Sachverhalte, die bereits in Kapitel 5.1 (Diskussion der Methode) behandelt wurden, sind für die Diskussion der Ergebnisse allgemeingültig und werden daher hier nicht gesondert angesprochen.

### 5.2.1 Beschreibung der körperlichen Aktivität

Übergeordnetes Ziel dieser Studie war die Beschreibung und Bewertung der körperlichen Aktivität von Patienten nach PFF zu zwei Messzeitpunkten innerhalb der geriatrischen Rehabilitation und zu einem Messzeitpunkt nach Entlassung in der häuslichen Umgebung des ehemaligen Rehabilitanden. Hierzu wurden verschiedene Parameter der körperlichen Aktivität mit Hilfe eines Aktivitätssensors über 9 Stunden pro Messzeitpunkt registriert und ausgewertet. Die Analyse erfolgte sowohl für die Gesamtgruppe als auch für aktivitätsdefinierte Subgruppen.

Die Messung der körperlichen Aktivität mittels Sensor erwies sich als eine in der Rehabilitation gut anwendbare, objektive, aussagekräftige und von den Patienten gut akzeptierte Messmethode ohne Boden- oder Deckeneffekte.

#### 5.2.1.1 Gesamtgruppe

##### *Kumulierte Gehzeit*

Nach Wissen der Autorin ist dies die erste Studie, die den Verlauf der  $Geh_{kum}$  oder gehepisodenbezogenen Parametern bei Patienten nach PFF über mehrere Zeitpunkte untersucht hat. Zwar gibt es eine Studie, die sich mit dem Verlauf der körperlichen Aktivität bei Patienten nach PFF beschäftigt hat, im Gegensatz zur vorliegenden Studie wurde hier jedoch nur auf den eher allgemeinen Parameter *Uptime* eingegangen (Bernhardt et al., 2005).

Bis dato befassten sich Studien mit Patienten nach PFF hauptsächlich mit den Auswirkungen einer geriatrischen bzw. multidisziplinären Rehabilitation auf die verschiedensten gesundheitsassoziierten *Outcomes*. So belegen z. B. Studien von HALBERT ET AL. (2007) oder STENVALL, OLOFSSON, NYBERG, LUNDSTROM UND GUSTAFSON (2007) einen positiven Effekt einer Rehabilitation auf *Outcomes* wie z. B. das Mortalitätsrisiko, die Entlassung ins Pflegeheim, die Anzahl der Therapietage oder die körperliche Funktion bzw. Leistungsfähigkeit. Die körperliche Aktivität wurde als *Outcome*-Parameter der Rehabilitation jedoch bisher nicht betrachtet. In der vorliegenden Studie konnte bei Patienten nach PFF sowohl innerhalb der Rehabilitation (von  $T_1$  nach  $T_2$ ) als auch danach (von  $T_2$  nach  $T_{FU}$ ) eine Zunahme der  $Geh_{kum}$  beobachtet werden. Eine Zunahme der  $Geh_{kum}$  während des Aufenthaltes spricht dafür, dass dieser Parameter, der als Teilaspekt der Teilhabe aufgefasst werden kann, ebenfalls positiv durch eine geriatrische Rehabilitation beeinflusst werden kann. Ein Hauptziel der geriatrischen Rehabilitation von Patienten nach PFF ist die Wiederherstellung der Funktion und der Mobilität (Chudyk, Jutai, Petrella, & Speechley, 2009). Beinhaltet die Therapie zu Beginn der Rehabilitation (abhängig vom initialen Funktionszustand jedes einzelnen Patienten) zumeist noch Übungen zur Verbesserung der Basisaktivitäten (Transfer, Stand usw.), so verlagert sich der Schwerpunkt mit zunehmendem Funktionszustand und Rehabilitationsdauer in Richtung Gehtraining. Diese Veränderung in der Gewichtung der Therapieinhalte sowie in der Anzahl der Therapieeinheiten erklärt möglicherweise die Zunahme der  $Geh_{kum}$  innerhalb des Rehabilitationsaufenthaltes. Weiterhin kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine merkliche, durch das Training verursachte, Funktionsverbesserung die Motivation zur selbstinitiierten körperlichen Aktivität zusätzlich fördert.

Auch nach der Rehabilitation lässt sich eine Steigerung der  $Geh_{kum}$  verzeichnen. Aufgrund der fehlenden Informationen zum Nachbeobachtungszeitpunkt (z. B. ambulante Weiterversorgung, Umgebungsfaktoren, soziales Umfeld, körperlicher Zustand usw.) ist es schwierig, diejenigen Faktoren herauszustellen, die die Zunahme der

körperlichen Aktivität begünstigt haben. Eine Erklärung der Zunahme der  $Geh_{kum}$  findet man möglicherweise in der Veränderung der Umgebungsbedingungen beim Wechsel zwischen Rehabilitation und der eigenen Wohnung. So wird die Aktivität in der Rehabilitation möglicherweise stark durch architektonische Gegebenheiten vorgegeben. Auch die Tatsache, dass das Gebäude von den Patienten nicht verlassen werden muss bzw. sollte, kann die körperliche Aktivität einschränken. Weitere Strecken (z. B. zur Therapie) werden sogar u. U. mit dem Rollstuhl bewältigt. Auch Einkäufe oder Besorgungen müssen nicht erledigt werden. Dies steht im Gegensatz zur Situation zu Hause. Zwar mag auch hier die Aktivität innerhalb der Wohnung durch ihre Größe limitiert sein, der Radius erstreckt sich bei alleinlebenden älteren Personen, die sich eigenständig versorgen müssen, jedoch zwangsläufig auch auf Bereiche außerhalb der Wohnung (z. B. Weg zum Supermarkt, Arzt, Friedhof usw.). Weiterhin deutet die Entwicklung der  $Geh_{kum}$  von  $T_2$  nach  $T_{FU}$  darauf hin, dass die täglichen Aufgaben oder situativen Gegebenheiten im häuslichen Umfeld, die nach Entlassung vom Patienten eigenständig durchgeführt bzw. bewältigt werden müssen, über dem Niveau liegen, welches zu  $T_2$  erreicht werden konnte. Dies kann bedeuten, dass zwar durch das häusliche Umfeld solche Trainingsreize gesetzt werden, die sich positiv auf die Höhe der  $Geh_{kum}$  auswirken, wirft auf der anderen Seite aber die Frage auf, ob die Patienten in der Rehabilitation ausreichend auf die Anforderungen des häuslichen Umfeldes vorbereitet wurden. Eine unzureichende Vorbereitung auf die häuslichen Anforderungen kann zu einem erhöhten Sturzrisiko führen oder andere negative Auswirkungen nach sich ziehen (Mahoney et al., 2000). Zu beachten sei hier jedoch, dass die  $T_2$ -Messung der körperlichen Aktivität in der vorliegenden Studie, aufgrund der unterschiedlichen Rehabilitationsdauer, nicht zwangsläufig (vor allem bei Verlängerungen) den Entlassungszustand des Patienten widerspiegelte. Um die Frage ausreichend beantworten zu können, müsste eine zusätzliche Messung zum Ende der Rehabilitation stattfinden, die dann mit der körperlichen Aktivität zu  $T_{FU}$  verglichen werden müsste. Zusammenfassend ist hier festzuhalten: die  $T_2/T_{FU}$ -Veränderung der  $Geh_{kum}$  sollte aus den genannten

Gründen, im Gegensatz zum  $T_1/T_2$ -Verlauf, bei dem beide Messungen unter gleichen Bedingungen (innerhalb der Rehabilitation) stattfanden, mit Vorsicht betrachtet und interpretiert werden.

Sowohl prozentual als auch absolut gesehen, war die Zunahme der  $Geh_{kum}$  innerhalb der Rehabilitation größer. Die Zunahme der  $Geh_{kum}$  nach Entlassung fiel hingegen, trotz des längeren Zeitraums bis zur Nachuntersuchung betrachtet, etwas geringer aus. Erklärt werden könnte die in der vorliegenden Studie gemessene Entwicklung durch die Tatsache, dass schwache bzw. untrainierte Personen (wie zu Beginn der Rehabilitation) viel größere Trainingsanpassungen bzw. -fortschritte erzielen können als leistungsstärkere bzw. schon trainierte Personen. Denn nach DE MARÉES (2003) wird eine trainingsbedingte Anpassung umso schwieriger, je fortgeschrittener der Trainingszustand ist. Ein schwacher Ausgangszustand erklärt möglicherweise den raschen Anstieg der körperlichen Aktivität im Laufe der Rehabilitation. Nach der Rehabilitation hingegen kann, zusätzlich zu dem genannten Aspekt, ein fehlendes systematisches Training einen Einfluss auf die Entwicklung der körperlichen Aktivität haben (Jones, Jakobi, Taylor, Petrella, & Vandervoort, 2006). Aus trainingswissenschaftlicher Sicht sollte sich ein systematisches Training über mindestens 6 Monate (Rehabilitationszeit und Anschlussbehandlung) erstrecken, um ein Trainingsoptimum erreichen zu können (Sherrington et al., 2008). Dies würde ebenfalls den geringeren Anstieg der  $Geh_{kum}$  nach der Rehabilitation erklären. Auch mögliche *Confounder*, wie z. B. das Wohnumfeld oder das soziale Umfeld, Lebensqualität, Depressivität usw., spielen sicherlich bei der Entwicklung der körperlichen Aktivität eine Rolle (vgl. Strath et al., 2007; Dipietro, 2001) und haben einen Einfluss auf die Messung im häuslichen Umfeld (vgl. Kap. 5.1.1). Zudem könnte die Tatsache, dass im häuslichen Umfeld der Tagesablauf nicht von außen vorgegeben wurde (keine Therapieeinheiten), die Aktivität beeinflussen. In der vorliegenden Studie konnte der Einfluss der erwähnten *Confounder* für den Zeitpunkt  $T_{FU}$ , aufgrund der hierzu fehlenden bzw. nicht erhobenen Informationen, nicht überprüft werden.

Insgesamt konnten nur vier Studien identifiziert werden, in denen eine Geh<sub>kum</sub> bei älteren Patienten oder bei zuhause lebenden älteren Menschen mittels Aktivitätssensor erfasst wurde. Diese unterschieden sich jedoch wesentlich in der Art des beobachteten Kollektivs, in der Dauer der Aktivitätsmessung sowie in der Art des verwendeten Sensors und machen daher einen Vergleich mit der vorliegenden Studie schwierig:

MORLOCK ET AL. (2001) erfassten in einer Querschnittsstudie im Rahmen einer Aktivitätssensorentwicklung<sup>3</sup> die kumulierte Gehzeit über 9,8 ( $\pm 1,6$  SD) Stunden von 31 Patienten nach einer Hüft-TEP (Alter  $M = 63 \pm 12$  (SD) Jahre) im häuslichen Umfeld, im Durchschnitt ca. 30 Monate nach der Operation. Insgesamt fielen 10,1 % der Gesamtmesszeit dem Gehen zu. Dies sind im Schnitt (Median) knapp 59 Minuten und damit das Dreifache von dem, was in der vorliegenden Studie zum Zeitpunkt T<sub>FU</sub> von Patienten nach PFF erreicht wurde. Erklären lässt sich dieser Unterschied durch den unterschiedlichen Funktionsstatus der beiden Kollektive, bedingt durch die jeweils zugrunde liegende Erkrankung, durch ein unterschiedliches Durchschnittsalter der Kollektive sowie durch eine unterschiedlich lange Messdauer (knapp 10 Std. vs. 9 Std.). Eine weitere Limitierung der Aussagekraft findet sich bei MORLOCK ET AL. in der uneinheitlichen Dauer der einzelnen Messungen (siehe SD der Dauer der Messungen). Aufgrund dieser uneinheitlichen Messdauer können hier unter Umständen Verzerrungen auftreten (vgl. hierzu Kap. 3.5.1).

EGERTON UND BRAUER (2009) befassten sich in ihrer Studie mit zeitlichen Charakteristika der habituellen Aktivität von 31 älteren Menschen. Hierzu verglichen sie in einer Querschnittsstudie mittels Aktivitätssensoren<sup>4</sup> u. a. die Geh<sub>kum</sub> von Bewohnern eines Pflegeheims mit denen zuhause lebender älterer Menschen (altersgematched, Alter  $M = 80 \pm 10$  (SD) Jahre). Die Pflegeheimbewohner erreichten eine Geh<sub>kum</sub> von  $M = 43 \pm 28$  (SD) Minuten pro Tag, die zuhause lebenden älteren Personen eine Geh<sub>kum</sub> von

---

<sup>3</sup> SEIKA Microsystems, Kempten, Deutschland (Inclination Sensor); BIOVISION, Wertheim, Deutschland (Goniometer)

<sup>4</sup> activPAL™, PAL Technologies Ltd®, Glasgow, UK

$M = 130 \pm 36$  (SD) Minuten. Medianwerte wurden von EGERTON UND BRAUER für die  $Geh_{kum}$  nicht angegeben. Es ist daher davon auszugehen (!), dass die gemessenen Werte in der genannten Studie normalverteilt waren. In diesem Fall würden Median und arithmetisches Mittel annähernd gleich sein; dennoch sollte dies bei einem Vergleich der beiden Studien berücksichtigt werden (arithmetisches Mittel vs. Median). Zwar stieg in der vorliegenden Arbeit die  $Geh_{kum}$  der Patienten nach PFF zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  noch einmal um knapp 35 % an, doch mit rund 21 Minuten lagen die Patienten noch unterhalb der Hälfte der  $Geh_{kum}$  der Pflegeheimbewohner. Eine Erklärungsmöglichkeit könnte hier in der ebenfalls unterschiedlichen Messdauer (24 vs. 9 Std.) der beiden Studien liegen. Ein weiterer Ansatz könnte eine noch nicht abgeschlossene Genesung zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  der Patienten nach PFF sein, denn EGERTON UND BRAUER berichten, dass in ihrem Kollektiv keine besonderen Erkrankungen vorlagen, welche die körperliche Aktivität beeinträchtigen könnten. Ein Vergleich der  $Geh_{kum}$  der zuhause lebenden älteren Menschen und der Patienten nach PFF zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  ist ebenfalls schwierig, da hier in beiden Studien spezifische Angaben zum kognitiven Status, zur körperlichen Leistungsfähigkeit, zum Wohnumfeld usw. fehlen. Es ist jedoch zu erwähnen, dass die  $Geh_{kum}$  der zuhause lebenden Personen sechs- bis siebenmal höher lag (24 vs. 9 Std.) als die der Patienten nach PFF zu  $T_{FU}$ .

DE BRUIN ET AL. (2007) erfassten die  $Geh_{kum}$  an zwei aufeinanderfolgenden Tagen über jeweils 11 Stunden von 11 Bewohnern einer stationären Altenpflege (Alter  $M = 88 \pm 3$  (SD) Jahre) in der Schweiz. Interessant ist hier, dass die Aktivitätsmessungen mit einem Vorgängergerät<sup>5</sup> des in der vorliegenden Arbeit verwendeten Sensors durchgeführt wurden. Sie konnten in ihrem Kollektiv eine durchschnittliche  $Geh_{kum}$  von  $M = 52 \pm 24$  (SD) Minuten messen. Trotz des höheren Durchschnittsalters lag die  $Geh_{kum}$  fast 2,5-mal höher als die  $Geh_{kum}$  der Patienten nach PFF zum Zeitpunkt  $T_{FU}$ . Jedoch sei auch hier

---

<sup>5</sup> Physilog®, BioAGM, La Tour-de-Peilz, Schweiz

auf die unterschiedliche Messdauer der beiden Studien aufmerksam gemacht (11 vs. 9 Std). Als weiteren limitierenden Faktor kann die Größe der Fallzahl bei DE BRUIN ET AL. angeführt werden. Auch die Angabe des arithmetischen Mittels ist bei einer Fallzahl von 11 Personen zu überdenken.

LORD ET AL. (2011) untersuchten in einer erst kürzlich veröffentlichten Studie mit Hilfe von Aktivitätssensoren<sup>6</sup> die körperliche Aktivität bzw. die körperliche Inaktivität über sieben Tage von 56 zuhause lebenden älteren Menschen (Alter  $M = 79 \pm 5$  (SD) Jahre). Neben einigen anderen Parametern konnten auch Aussagen zur durchschnittlichen  $Geh_{kum}$  pro Tag gemacht werden. Diese lag in dem genannten Kollektiv bei knapp  $M = 81 \pm 31$  (SD) Minuten und liegt damit fast 4-fach höher als die  $Geh_{kum}$  der Patienten nach PFF zum Zeitpunkt  $T_{FU}$ . Auch hier sei auf die unterschiedliche Messdauer der beiden Studien aufmerksam hingewiesen (24 vs. 9 Std.).

Aufgrund fehlender Aktivitätsempfehlungen für geriatrische Patienten nach PFF kann diesbezüglich kein Vergleich angestellt werden. Wie bereits in Kapitel 2.1 erläutert wurde, sind vorhandene Empfehlungen nur für einen gewissen Teil der Population gültig. Vergleicht man die  $Geh_{kum}$  zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  mit allgemeinen Aktivitätsempfehlungen für ältere Menschen (Nelson et al., 2007; U.S.Department of Health and Human Services, 2008), so werden diese zu keinem Messzeitpunkt erreicht. Selbst zu  $T_{FU}$  lag die  $Geh_{kum}$  der Patienten nach PFF immer noch knapp 10 Minuten unter diesen Empfehlungen (30 Minuten moderates Ausdauertraining, z. B. in Form von „Gehen“, an mind. 5 Tagen pro Woche). Hinzu kommt, dass diese empfohlenen 30 Minuten eigentlich zusätzlich zu den normalen Haushaltsaktivitäten (Aktivitäten < 10 Minuten kumulativ oder mit sehr geringer Intensität) aufaddiert werden sollten. Eine Erklärung liefert möglicherweise die Tatsache, dass sich diese Empfehlungen an ein gesundes Kollektiv, also an Personen, die noch selbständig zu Hause leben, richten. In den oben aufgeführten Studien,

---

<sup>6</sup> activPAL™, PAL Technologies Ltd®, Glasgow, UK

konnten diese Empfehlungen größtenteils eingehalten werden. Dies deutet möglicherweise darauf hin, dass entweder der Nachbeobachtungszeitpunkt in der vorliegenden Studie zu nah an der Entlassung gewählt wurde, so dass eine vollständige Genesung noch nicht gewährleistet werden konnte, oder dass die körperliche Aktivität in der Rehabilitation und vor allem auch nach Entlassung noch stärker in den Fokus der Therapie bzw. der Nachbehandlung rücken muss. Weiterhin muss davon ausgegangen werden, dass das Kollektiv der vorliegenden Studie möglicherweise schon vor dem Akutereignis bestimmte Vorerkrankungen aufwies, die zum Sturz, und somit zur PFF geführt haben. Besser als der Vergleich der gemessenen  $Geh_{kum}$  mit allgemeinen Empfehlungen wäre daher z. B. der Vergleich am individuellen Zustand vor dem Akutereignis (Bernhardt et al., 2005). Eine objektive, sensorbasierte Erfassung dieses Zustandes ist jedoch aufgrund des unvorhersehbaren Charakters des Akutereignisses nicht möglich. Es wäre zu überprüfen, ob Aktivitätsfragebögen trotz der Gefahr eines *recall bias* hier eine adäquate Lösung bieten (vgl. Kap. 2.3.1).

### *Gehepisoden*

Eines der Hauptziele in der geriatrischen Rehabilitation von Patienten nach PFF ist die Wiedererlangung der Mobilität und somit vor allem der Gehfähigkeit. Um diese Gehfähigkeit bzw. Veränderungen der Gehfähigkeit sowohl im Sinne der Partizipation als auch im Sinne der Kapazität objektiv beurteilen zu können, ist neben der Erfassung der  $Geh_{kum}$  (Aspekt der Partizipation) auch die Erfassung von Gehepisoden-Parametern (Kapazität) sinnvoll. Diese Parameter liefern innerhalb eines Aktivitätsmonitorings zusätzliche, die Kapazität betreffende Informationen, die ebenfalls wie die  $Geh_{kum}$  objektiv und ohne Boden- bzw. Deckeneffekte gemessen werden können.

Betrachtet man die der  $Geh_{kum}$  zugrunde liegenden Gehepisoden-Parameter  $Epi_{länge}$ ,  $Geh_{max}$  und  $Epi_{anzahl}$ , so zeigte sich während der Rehabilitation in allen Parametern eine signifikante Zunahme (Verbesserung). Dies demonstriert, dass die Patienten mit zunehmender Aufenthaltsdauer nicht nur öfter gehen, sondern dies auch länger am Stück, d. h. über längere

Strecken hinweg, tun können. Dieser Sachverhalt könnte dadurch erklärt werden, dass die Therapie innerhalb der Rehabilitation bei Patienten nach PFF allgemein sowohl auf die Erhöhung der Anzahl der Gehepisoden (bei schwachen Personen), als auch auf eine Erhöhung der Episodenlänge (bei verbessertem Zustand) abzielte. Eine spannende Frage, die sich hieraus ergibt, wäre, zu welchen Zeitpunkten diese Zunahme stattfand. Fand diese z. B. innerhalb der Therapien statt als vorgegebene Aktivität oder stieg die Aktivität auch in den Zwischentherapiezeiten an und ist somit womöglich ein Anzeichen für eine Zunahme der selbstinitiierten Partizipation. Mit der vorliegenden Arbeit kann diese Frage jedoch nicht beantwortet werden. Hierzu müsste, ähnlich wie in der Studie von TALKOWSKI ET AL. (2009), eine separate Auswertung der körperlichen Aktivität innerhalb der Therapieeinheiten und den Zwischentherapiezeiten angestrebt werden. Diese Art der Auswertung war mit der verwendeten Software nicht möglich.

Bei der  $Geh_{max}$  handelt es sich um einen einzelnen Wert, der innerhalb der Aktivitätsmessung dem Anschein nach Aussagen zur Kapazität zulässt. Bezüglich der Interpretation sollte jedoch beachtet werden, dass z. B. architektonische Gegebenheiten diesen Wert sehr stark beeinflusst haben könnten und damit ggf. die individuelle Kapazität in Frage stellt.

Im Gegensatz zur Veränderung innerhalb des Rehabilitationszeitraumes fand zum Nachbeobachtungszeitraum eine Veränderung der  $Geh_{kum}$  der Gesamtgruppe nur noch über eine Erhöhung der Anzahl der Gehepisoden statt. Die fehlende Veränderung der  $Epi_{länge}$  sowie der  $Geh_{max}$  nach der Rehabilitation deutet darauf hin, dass hier möglicherweise schon ein ausreichendes Maß der Episodenlängen erreicht wurde. Eine Verbesserung fand zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  daher ausschließlich auf der Ebene der Gehepisodenanzahl statt. Möglicherweise sind die Anforderungen im häuslichen Umfeld der ehemaligen Rehabilitanden so gestrickt, dass sie zwar die Anzahl der Gehepisoden und somit insgesamt die  $Geh_{kum}$  erhöhen, nicht aber die durchschnittliche oder maximale Länge der Gehepisoden. Hieraus könnten individuelle Therapieempfehlungen abgeleitet werden. So empfiehlt z. B. der U.S.DEPARTMENT OF HEALTH

AND HUMAN SERVICE (2008) älteren Menschen mit körperlichen Einschränkungen ebenfalls 150 Minuten moderates Ausdauertraining pro Woche (5x30 Minuten) und weist zusätzlich darauf hin, dass hierzu nur Ausdaueraktivitäten (z. B. Walking, Spaziergehen usw.) gezählt werden dürfen, die länger als 10 Minuten am Stück andauern. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die  $Epi_{länge}$ , so erreicht die Gesamtgruppe zum Zeitpunkt  $T_2$  eine durchschnittliche  $Epi_{länge}$  von nur knapp 13 Sekunden. Dieses Niveau veränderte sich zu  $T_{FU}$  nicht. Hieraus lässt sich schließen, dass die Grundlage für eine empfohlene Ausdauerleistung, d. h. die körperliche Kapazität, bei der Betrachtung der Gesamtgruppe nicht vorhanden zu sein scheint. Betrachtet man parallel die Höhe der  $Geh_{kum}$ , so stellt man fest, dass durch diese fehlenden kapazitiven Grundlagen die Empfehlung von kumulierten 30 Minuten in der Gesamtgruppe zu keinem Messzeitpunkt erreicht wurde. Diese Erkenntnis könnte künftig die individuelle Therapie- bzw. Anschlussplanung unterstützen. In diesem Fall wäre eine Fokussierung auf ein Training längerer Gehstrecken induziert, um positive gesundheitliche Auswirkungen zu fördern (Bauman, Phongsavan, Schoeppe, & Owen, 2006).

Es wurden zwei Studien gefunden, die sich bisher mit Gehepisodenparametern bei älteren Menschen beschäftigt haben:

EGERTON UND BRAUER (2009) berechneten nachträglich aus den Aktivitätsdaten, die sie mittels activPAL erhielten, Aktivitätsperioden. Im Gegensatz zur vorliegenden Studie berechneten sie nur *Uptime*-Episoden. Reine Gehepisoden wurden nicht berücksichtigt, was einen Vergleich der beiden Studien erschwert. Weiterhin muss auch hier wieder, vor allem bei einem Vergleich der durchschnittlichen Episodenanzahl, auf die unterschiedliche Messdauer der beiden Studien verwiesen werden (24 vs. 9 Std.). Sie maßen bei Bewohnern eines Pflegeheims eine durchschnittliche *Uptime*-Episoden-Länge (Median) von etwa 4 Minuten, bei zuhause lebenden älteren Menschen eine durchschnittliche Länge von etwa 8 Minuten.

Vergleicht man die durchschnittliche Anzahl der *Uptime*-Episoden der beiden Kollektive von EGERTON UND BRAUER mit der durchschnittlichen Anzahl der Gehepisoden der vorliegenden Studie, so liegt die  $Epi_{anzahl}$  der Patienten nach PFF zu allen Messzeitpunkten über den *Uptime*-Episoden der beiden Kollektive (Anzahl der *Uptime*-Episoden Pflegeheim:  $M = 24 \pm 16$  (SD); zuhause lebend:  $M = 26 \pm 16$  (SD)). Dieses Ergebnis ist jedoch nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass die Geh- und Stehphasen in der *Uptime* zusammengefasst betrachtet werden. Geht eine Person zum Beispiel einige Minuten am Stück, bleibt kurz stehen und geht anschließend weiter, so wird dies bei EGERTON UND BRAUER als 1 *Uptime*-Episode erkannt, in der vorliegenden Arbeit wären dies jedoch 2 Gehepisoden.

DAVIS UND FOX (2007) waren die ersten weltweit, die in ihrer Studie Aktivitätsmuster älterer zuhause lebender Menschen (Alter  $\geq 70$  Jahre) mittels Sensor erfasst<sup>7</sup> haben, um zu überprüfen, ob die allgemeinen Aktivitätsempfehlungen eingehalten wurden. Ihr Kollektiv erreichte, wie auch die Kollektive von EGERTON UND BRAUER (2009), ebenfalls nicht die Aktivitätsempfehlungen von kumulierten 30 Minuten mit mindestens drei 10 Minuten Gehphasen (Nelson et al., 2007).

### *Uptime - Zeit auf den Beinen*

Bei der Betrachtung der *Uptime* (kumulierte Geh- und Stehzeiten) lässt sich für die Gesamtgruppe innerhalb der Rehabilitation eine Zunahme beobachten. Zum Nachbeobachtungszeitraum zeigt sich jedoch, im Gegensatz zur  $Geh_{kum}$ , keine signifikante Veränderung in diesem Parameter. Eine Erklärung liefert hier möglicherweise die Vermutung, dass schon in der Rehabilitation zu  $T_2$  ein durch den körperlichen Zustand limitiertes Maximum an allgemeiner körperlicher Aktivität (*Uptime*) von den Patienten nach PFF gefordert und auch erreicht wurde. Entweder ist also eine Erhöhung der *Uptime* zu  $T_{FU}$  von diesen Patienten nicht zu leisten oder nicht notwendig, da die Anforderungen an die *Uptime* nach

---

<sup>7</sup> Actigraph Model 7164, Manufacturing Technology Inc., FL, USA

Entlassung ins häusliche Umfeld möglicherweise nicht wesentlich über den Anforderungen während des Rehabilitationsaufenthaltes lagen. Vergleicht man die Entwicklung der *Uptime* mit der der  $Geh_{kum}$  (welche einen Teil der *Uptime* darstellt) zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$ , so lässt sich sagen, dass zwar keine Erhöhung der *Uptime* (im Sinne der maximalen Aktivitätskapazität) stattfand, dass jedoch innerhalb dieser *Uptime* die  $Geh_{kum}$  zunahm. Es fand also eine Zunahme des  $Geh_{kum}$ -Anteils zu Lasten des Steh-Anteils statt.

Zum jetzigen Zeitpunkt konnten nur insgesamt drei Studien identifiziert werden, bei denen die körperliche Aktivität von bestimmten Patientengruppen über mehrere Messzeitpunkte mittels Sensortechnik erfasst wurde. Nur eine davon bezog sich auf Patienten nach PFF innerhalb eines Rehabilitationsaufenthaltes (Bernhardt et al., 2005). Die beiden anderen Studien überprüften die körperliche Aktivität im Rahmen einer Rehabilitation von Atemwegserkrankungen (Coronado et al., 2003) bzw. im Rahmen eines *Cueing*-Trainings bei Patienten mit Parkinsonsyndrom (Lim et al., 2010). Aufgrund gänzlich unterschiedlicher Fallgruppencharakteristika (Alter, Erkrankung, Intervention usw.) soll auf diese beiden Studien nicht eingegangen werden. Am ehesten lassen sich die in dieser Arbeit gemessenen Verläufe, trotz unterschiedlicher Messzeitpunkte, jedoch mit denen aus der Studie von BERNHARDT ET AL. (2005) vergleichen (vgl. Kap. 2.4.2). Weiterhin können die vorliegenden Daten mit Sensordaten aus Querschnittsstudien zur Erfassung der körperlichen Aktivität von allgemeinen geriatrischen Patienten, Bewohnern eines Pflegeheimes und zuhause lebenden älteren Menschen verglichen werden. Jedoch sei auch hier auf die Unterschiede in den Charakteristika der Kollektive, der Dauer der Messungen sowie in der Art der verwendeten Sensoren hingewiesen.

Wie bereits an früherer Stelle erwähnt, ist die Studie von BERNHARDT ET AL. (2005) die einzige, bei der die körperliche Aktivität von geriatrischen Patienten nach PFF über mehrere Messzeitpunkte gemessen wurde (jeweils über 24 Std.). Zu beachten sei hier jedoch, dass die Messzeitpunkte nicht

exakt mit denen der vorliegenden Arbeit übereinstimmen und die Ergebnisse daher nur bedingt miteinander verglichen werden können (vgl. Kap. 2.4.2). Die Arbeitsgruppe konnte, genau wie die vorliegende Studie, einen Anstieg der *Uptime* innerhalb der Rehabilitation messen. Innerhalb der letzten Rehabilitationswoche stieg die *Uptime* der Rehabilitanden von  $\text{med} = 132$  Minuten auf  $\text{med} = 162$  Minuten an. Zum Nachbeobachtungszeitpunkt (1 Woche nach Entlassung) erreichten die ehemaligen Patienten eine *Uptime* von  $\text{med} = 204$  Minuten. Vergleicht man die *Uptime*-Werte, die innerhalb der Rehabilitation gemessen wurden, zwischen den beiden Studien, so fällt auf, dass die Werte der vorliegenden Arbeit, trotz des gleichen Alters des Kollektivs, deutlich niedriger waren. Erklären lässt sich dies überwiegend durch die früheren Messzeitpunkte (zu Beginn der Rehabilitation und nach zwei Wochen). Bei BERNHARDT ET AL. (2005) lag der erste Messzeitpunkt innerhalb der Rehabilitation zeitlich betrachtet erst nach der  $T_2$  Messung der hier beschriebenen Arbeit. Möglicherweise lassen sich die in dieser Arbeit erhobenen Daten zeitlich durch die von BERNHARDT ET AL. (2005) ergänzen, was jedoch zu überprüfen sei. Auffällig ist weiterhin, dass eine Woche nach Entlassung die *Uptime* des Kollektivs von BERNHARDT ET AL. (2005) vielfach höher lag als die *Uptime* zu  $T_{FU}$  des hier beobachteten Kollektivs. Eine mögliche Erklärung könnte hier in einem ungleichmäßigen Verlauf der *Uptime* nach Entlassung ins häusliche Umfeld liegen (kein linearer Anstieg). Da in der vorliegenden Studie nur ein Nachbeobachtungszeitpunkt erfasst wurde, und das erst 16 Wochen nach  $T_1$ , ist ein solcher ungleichmäßiger Verlauf nicht auszuschließen.

Weiterhin sollte darauf aufmerksam gemacht werden, dass bei BERNHARDT ET AL. nur von 13 Personen vollständige *Uptime*-Daten vorlagen, wodurch die Ergebnisse in ihrer Aussagekraft eingeschränkt sein könnten.

Betrachtet man die *Uptime* der Patienten nach PFF, so stellt sich die Frage, in wie weit sich diese Werte von denen anderer Kollektive unterscheiden. SMITH ET AL. (2008) und GRANT ET AL. (2010) untersuchten die *Uptime* von Patienten (Alter  $M = 81 \pm 7$  (SD) Jahre und  $M = 82 \pm 7$  (SD) Jahre) einer geriatrischen Rehabilitation ganz allgemein (keine

Diagnosegruppen). Die Autoren der erstgenannten Studie unterteilten die 24-Stunden Messungen in drei 8-Stunden Perioden. Eine dieser drei Perioden deckt den Bereich 9:00-17:00 Uhr ab, also die Tageszeit, in der die Patienten an den Therapien teilnahmen. Obwohl diese Periode eine Stunde weniger abdeckt als die Messung der vorliegenden Studie (8 vs. 9 Std.), eignet sich diese aus den genannten Gründen besonders für einen Vergleich. So misst die Arbeitsgruppe um SMITH bei Patienten zu Beginn einer geriatrischen Rehabilitation eine *Uptime*<sup>8</sup> von knapp  $med = 57$  Minuten. Dieser Wert liegt um ca. 26 Minuten unter der gemessenen *Uptime* des Kollektivs in dieser Arbeit. Gründe, die den Unterschied zu einem gewissen Maße erklären könnten, sind die um eine Stunde geringere Messzeit und, eher wahrscheinlich, unterschiedliche Therapieinhalte. Wird bei Patienten nach PFF vor allem die Gehmobilität trainiert, so liegt bei Patienten, deren Gangbild weniger beeinträchtigt ist, der Fokus der Therapieeinheiten auf anderen, weniger gangintensiven Inhalten. Einen Hinweis darauf, dass diese Vermutung stimmen könnte, gibt die fast doppelte Gehgeschwindigkeit der allgemeinen geriatrischen Rehabilitanden gegenüber den Patienten nach PFF ( $M = 0,62$  m/s vs.  $M = 0,36$  m/s (bzw.  $med = 0,34$  m/s).

Die Autoren der zweiten Studie untersuchten u. a. die körperliche Aktivität von allgemeinen geriatrischen Patienten in einer städtischen Rehabilitations-einrichtung mit vergleichbarem Durchschnittsalter (Alter  $M = 82 \pm 7$  (SD) Jahre). Sie erhoben eine durchschnittliche *Uptime* von ca.  $M = 70$  Minuten pro Tag. Wie zuvor bei SMITH ET AL. (2008) liegt auch dieser gemessene Wert unter dem des Kollektivs der vorliegenden Studie. Zur Erklärung können die gleichen Begründungen angeführt werden. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass die von GRANT ET AL. (2010) gemessene *Uptime* sich auf 24 Stunden bezog (24 vs. 9 Std). Außerdem war es schwierig, GRANT's *Uptime* richtig zu interpretieren, da für sieben gemessene Tage ein Durchschnittswert berechnet wurde. Es ist zu vermuten, dass Patienten, die sich in einer Rehabilitationseinrichtung

---

<sup>8</sup> Positional Activity Logger Version 1 (Gorman ProMed, Melbourne, Australia; s. Eldridge, Kimber, Wolfe, Galea, & Hutson, 2003)

befinden, innerhalb von sieben Tagen eine Zunahme bzw. Verbesserung der körperlichen Funktionsfähigkeiten und somit auch der körperlichen Aktivität verzeichnen können. Der von GRANT ET AL. (2010) genannte Wert ist daher keine Zustandsbeschreibung, sondern wurde in gewissem Maße durch das Ausmaß der Progression beeinflusst.

Vergleicht man die *Uptime* der Patienten nach PFF mit der *Uptime* von Bewohnern eines Pflegeheimes (de Bruin et al., 2007; Egerton & Brauer, 2009), deren Aktionsradius ähnlich wie in einer stationären Rehabilitation durch architektonische Gegebenheiten vorgegeben sein kann, deren Tagesablauf bzw. körperliche Aktivität jedoch nicht zwangsläufig durch Therapieeinheiten vorgegeben ist, so stellt man fest, dass die *Uptime* der Bewohner eines Pflegeheims (M = 191 Minuten bei de Bruin et al.; M = 137 Minuten bei Egerton und Brauer) dennoch die *Uptime* der Rehabilitanden nach PFF übersteigt ( $T_1$  med = 84 Minuten,  $T_2$  med = 103 Minuten,  $T_{FU}$  med = 110 Minuten). Zu beachten sei hier jedoch, dass die *Uptime* in beiden genannten Studien als arithmetisches Mittel ausgegeben wurde, die der vorliegenden Studie jedoch als Median. Durch die geringe Fallzahl der beiden erwähnten Studien (n = 11 und n = 16) ist dort die Verwendung des arithmetischen Mittels jedoch kritisch zu betrachten. Weiterhin wurden in beiden Studien nur gehfähige Personen ohne schwere körperlichen Einschränkungen eingeschlossen.

Ein Vergleich der *Uptime* der Patienten nach PFF mit zuhause lebenden älteren Menschen ist ebenfalls von großem Interesse, da diese Gruppe (im häuslichen Umfeld) das optimale Rehabilitationsziel repräsentiert. Eingeschränkt werden die Vergleichsmöglichkeiten durch die Tatsache, dass ein Großteil der vorhandenen Studien zu körperlichen Aktivität älterer zuhause lebender Personen unterschiedliche *Outcome*-Parameter erfasst haben, die schwer miteinander zu vergleichen sind (vgl. Kap. 2.3.2). So beziehen sich einige Studien auf sogenannte „*activity counts*“ (u. a. Chipperfield et al., 2008b; Copeland & Esliger, 2009; Gerdhem et al., 2008), auf den Energieumsatz (u. a. Harris, Lanningham-Foster, McCrady, & Levine, 2007; Frisard et al., 2007; Manini et al., 2006) oder

„*step counts*“ (u. a. Lord et al., 2011; Jordan et al., 2005). Vier Studien konnten gefunden werden, die Aussagen über die *Uptime* von zuhause lebenden älteren Menschen in ähnlichem Alter ( $M = 79$  oder  $80$  Jahre) beinhalteten (Bernhardt et al., 2005; Egerton & Brauer, 2009; Lord et al., 2011; Smith et al., 2008). Die *Uptime* aller vier Studien (med = 390 Minuten;  $M = 420$  Minuten;  $M = 251$  Minuten; med = 182 Minuten) lag weit über der in dieser Studie gemessenen *Uptime* zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  (med = 110 Minuten). Bis auf das Kollektiv von LORD ET AL. (2011;  $n = 56$ ) beinhalteten die erwähnten Studien recht kleine Kollektive ( $n = 13, 15$  und  $25$ ). Es fällt auf, dass sich selbst die *Uptime*-Werte, der vermeintlich gleichen Vergleichskollektive stark voneinander unterscheiden. Erklären lässt sich dies zum einen durch die nicht repräsentative Größe der Kollektive, zum anderen aber auch durch ggf. örtliche und sozial bedingte Unterschiede in der Lebensweise der älteren zuhause lebenden Menschen, die nicht ausreichend erfasst wurden. Aus diesen Gründen ist hier ein Vergleich schwierig. Auffällig ist jedoch, dass egal mit welcher Studie man die *Uptime*-Werte der Patienten nach PFF zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  vergleicht, diese Werte weit unter denen der zuhause lebenden älteren Menschen liegen. Dies bestärkt die oben aufgeführte Vermutung, dass die erhöhten Anforderungen im häuslichen Umfeld von Patienten nach PFF zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  noch nicht leistbar waren. Zwar gibt es bis dato noch keine Aktivitätsempfehlungen für Patienten nach PFF, aber ein Vergleich mit zuhause lebenden älteren Menschen zeigt, dass das in der Rehabilitation und zu  $T_{FU}$  erreichte Maß den Anforderungen einer selbständigen und gesundheitserhaltenden Lebensweise nicht gerecht wird. Aus diesem Grund, muss es künftig, trotz aller damit verbundenen Schwierigkeiten, Ziel der Rehabilitation sein, das allgemeine Aktivitätsniveau, vor allem auch zwischen den Therapieeinheiten, zu steigern und auch nach der Entlassung ins häusliche Umfeld über spezielle Anschlussmaßnahmen die körperliche Aktivität zu fördern, bis ein akzeptables Niveau erreicht wurde (Grant et al., 2010). Als mögliche Schwierigkeiten können u. a. die fehlende Kapazität des Personals, das erhöhte Sturzrisiko durch erhöhte Aktivität, die erhöhte Sturzgefahr aufgrund vorhandener multipler Risikofaktoren oder die

Beeinflussung der Aktivität durch z. B. Sturzangst usw. aufgeführt werden (Grant et al., 2010; Skelton & Todd, 2004).

### 5.2.1.2 Subgruppen

Da sich, wie bereits in anderen Studien (Bernhardt et al., 2005; Egerton & Brauer, 2009; Grant et al., 2010), auch in der vorliegenden Arbeit eine hohe Variabilität bezüglich der körperlichen Aktivität innerhalb der Gesamtgruppe gezeigt hatte (vgl. Kap. 4.2.1), wurde die Gesamtgruppe in aktivitätsdefinierte Subgruppen unterteilt. Die Einteilung der Subgruppen wurde bereits in Kapitel 5.1.1 diskutiert. Nach Wissen der Autorin gibt es, obwohl auch bereits in einer Studie von EGERTON UND BRAUER (2009) gefordert, bis dato keine veröffentlichte Untersuchung, welche die körperliche Aktivität von aktivitätsdefinierten Subgruppen betrachtet hat. Dies mag vor allem an der dafür notwendigen Fallzahl liegen. Subgruppegrößen von > 20 Personen, wie sie in der vorliegenden Arbeit erreicht werden konnten, scheinen für erste Betrachtungen im Rahmen von möglichen Hypothesengenerierungen ausreichend.

Interessant ist vor allem die Frage, ob die sehr heterogene körperliche Aktivität bei Patienten nach PFF durch das Betrachten von Subgruppen exakter beschrieben werden kann. Gibt es unterschiedliche Verläufe der Subgruppen über die Zeit? Lassen sich ggf. anhand der Subgruppenverläufe die Inhalte der Therapie für unterschiedliche „Leistungsgruppen“ optimieren?

Für die Gesamtgruppe allgemeingültige Aussagen (vgl. Kap. 5.2.1.1) gelten, wenn nicht gesondert aufgeführt, ebenfalls für die Subgruppen. Daher soll im Folgenden nur auf die Aspekte eingegangen werden, die ausschließlich die Subgruppen betreffen.

#### *Kumulierte Gehzeit*

Alle Subgruppen zeigten zwischen  $T_1$  und  $T_2$  eine signifikante Verbesserung der  $Geh_{kum}$ . Wie zu erwarten war (vgl. auch Kap. 5.2.1.1) konnte die schwächste Gruppe (SG1) die höchsten prozentualen Veränderungen (+ 429 %) verzeichnen. Betrachtet man die absoluten

Zeiten, so konnte hier die SG3 den höchsten Zuwachs erlangen (+ 11 Minuten). Als mögliche Ursachen für eine Verbesserung der körperlichen Aktivität zwischen  $T_1$  und  $T_2$  können eine verbesserte allgemein körperliche Leistungsfähigkeit, bessere Belastbarkeit der betroffenen Seite, eine geringere Sturzangst und ein geringerer Schmerz angeführt werden (siehe Veränderung der Median-Werte der funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierten Parameter der Gesamtgruppe im Anhang II-5 und Anhang II-6). Der Zusammenhang zwischen diesen Parametern und der körperlichen Aktivität wurde in Kapitel 5.2.2 für die Gesamtgruppe diskutiert. Zum Zeitpunkt  $T_2$  unterschieden sich die Gruppen weiterhin signifikant voneinander. Erwähnt werden sollte jedoch, dass zum Zeitpunkt  $T_2$  die Variabilität (MQA) innerhalb der Subgruppen anstieg. Dies deutet darauf hin, dass der Aktivitätsverlauf innerhalb der zu  $T_1$  definierten aktivitätsspezifischen Subgruppen trotz Homogenisierung von Patient zu Patient unterschiedlich war. Obwohl die drei Subgruppen zu  $T_1$  jeweils von einem anderen Ausgangsniveau starteten, konnten alle Subgruppen bezüglich körperlicher Aktivität von der Rehabilitation profitieren. Dieses Ergebnis erweitert möglicherweise die Aussagen einer Metaanalyse von BACHMANN ET AL. (2010), in der Belege für einen positiven Effekt der geriatrischen bzw. multidisziplinären Rehabilitation u. a. auf funktionelle *Outcomes* zusammengetragen wurden, um den Bereich körperliche Aktivität bzw. Partizipation.

Für den Zeitraum nach der Rehabilitation zeigte nur die SG1 eine weitere signifikante Zunahme (+ 413 %) bezüglich  $Geh_{kum}$ . Dies galt nicht für die SG2 und die SG3. Grund hierfür mag ein unterschiedlicher Verlauf der körperlichen Aktivität, angedeutet durch die Zunahme der Variabilität zu  $T_{FU}$ , der einzelnen Personen der SG2 und der SG3 nach Entlassung ins häusliche Umfeld sein. Insgesamt wiesen in SG2 ( $n = 15$ ) nur 7 Patienten und in SG3 ( $n = 13$ ) nur 6 Patienten eine Zunahme der  $Geh_{kum}$  zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  auf. Dies erklärt die fehlende Signifikanz der Veränderung. Vergleicht man die Veränderungen der Subgruppen mit denen der Gesamtgruppe, so kann man sagen, dass vor allem die SG1 von den Anforderungen des häuslichen Umfeldes profitieren. Jedoch fällt hier auf,

dass für jeweils knapp die Hälfte der Personen der SG2 und der SG3 dies nicht zutrifft. Dies bedeutet, dass speziell für diese Gruppen gesonderte Anreize geschaffen werden müssten (Nachbehandlung, Gruppenangebote usw.), die eine Erhöhung der  $Geh_{kum}$  nach Entlassung provozieren. Zur Maßnahmenplanung ist es aber vor allem notwendig herauszufinden, warum bei manchen Personen die  $Geh_{kum}$  zu  $T_{FU}$  wieder abnimmt. Ein möglicher Grund für die unterschiedlichen Verläufe der Einzelpersonen könnte z. B. durch eine an die Rehabilitation anschließende Nachbehandlung verursacht worden sein. Es wäre zu überprüfen, ob die Personen, deren  $Geh_{kum}$  schlechter wurde, im Vergleich zu den Personen, deren  $Geh_{kum}$  besser wurde, nach Entlassung weniger Nachbehandlungen genossen.

Darüber hinaus stellt sich ganz allgemein die Frage, ob die Beschreibung des Verlaufes der körperlichen Aktivität zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  nicht anhand einer aktivitätsspezifischen Einteilung zum Zeitpunkt  $T_2$  (anstatt wie hier  $T_1$ ) oder gar zum Zeitpunkt der Entlassung erfolgen muss. Ein Grund, warum die Einteilung, wie sie hier zu  $T_1$  vorgenommen wurde, für eine Beschreibung zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  dennoch verwendet werden kann, ist die Tatsache, dass sich die Subgruppen zum Zeitpunkt  $T_2$  trotz größerer Variabilität immer noch signifikant voneinander unterscheiden.

Bei einem Vergleich der Subgruppen mit den Studien, die die  $Geh_{kum}$  bei älteren Patienten oder bei zuhause lebenden älteren Menschen mittels Aktivitätssensor erfasst haben (vgl. Kap. 5.2.1.1 *Kumulierte Gehzeit*; de Bruin et al., 2007; Egerton & Brauer, 2009; Lord et al., 2011; Morlock et al., 2001), ergaben sich keine zusätzlichen Erkenntnisse. Es ist lediglich zu erwähnen, dass die Differenz der  $Geh_{kum}$  (zwischen der Vergleichsgruppe und den Subgruppen) mit abnehmender Leistungsfähigkeit der Subgruppe zunimmt (je besser die Subgruppe, umso kleiner die Differenz der körperlichen Aktivität zur Vergleichsgruppe).

Vergleicht man die  $Geh_{kum}$  der Subgruppen mit den allgemeinen Aktivitätsempfehlungen (Nelson et al., 2007; U.S.Department of Health and Human Services, 2008), so fällt auf, dass sowohl die SG1 als auch die

SG2 diese Empfehlungen weder zu  $T_2$  noch zu  $T_{FU}$  erreichten. Die  $Geh_{kum}$  der SG3 erreichte bereits bei  $T_2$  knapp 30 Minuten, veränderte sich zu  $T_{FU}$  jedoch nicht mehr signifikant. Allerdings sollte auch hier darauf hingewiesen werden, dass sich die Empfehlungen auf ein zusätzliches Maß an Gehzeit beziehen (zusätzlich zu den normalen Haushaltsaktivitäten). Aus den Ergebnissen lassen sich möglicherweise spezifischere Inhalte zur Therapigestaltung ableiten. So scheint es z. B. sinnvoll, die Therapie für die SG3 an den allgemeinen Aktivitätsempfehlungen zu orientieren. Aufgrund des niedrigen Ausgangsniveaus (ggf. bedingt durch vorbestehende Begleiterkrankungen), sollte sich die Therapie von SG1 vorzugsweise an dem Voroperationszustand des jeweiligen Patienten orientieren, damit das Rehabilitationsziel realisierbar bleibt. SG2 stellte einen Mischfall dar, bei dem, nach Abklärung des Voroperationszustandes, individuell entschieden werden sollte, welches Ziel innerhalb der Rehabilitation verfolgt werden muss.

### *Gehepisoden*

Betrachtet man die der  $Geh_{kum}$  zugrunde liegenden Gehepisodenparameter  $Epi_{länge}$ ,  $Geh_{max}$  und  $Epi_{anzahl}$  für die Subgruppen, so fällt Folgendes auf:

Zwischen  $T_1$  und  $T_2$  zeigte nur die SG2 eine signifikante Zunahme der  $Epi_{länge}$  (SG1 nur tendenziell), zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  kann diese Zunahme nur für die SG1 bestätigt werden. Für die  $Epi_{anzahl}$  hingegen konnte zwischen  $T_1$  und  $T_2$  für jede Subgruppe eine signifikante Zunahme gemessen werden. Kombiniert man die Ergebnisse mit den Korrelationen zwischen diesen Parametern und der  $Geh_{kum}$ , bedeutet dies: Obwohl die  $Geh_{kum}$  zu den Messzeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$  sowohl durch die  $Epi_{anzahl}$  als auch durch die  $Epi_{länge}$  determiniert wird (außer SG1, hier nur über die  $Epi_{anzahl}$ ), erklärt sich die signifikante Zunahme der  $Geh_{kum}$  aller Subgruppen hauptsächlich über die Zunahme der  $Epi_{anzahl}$ . Lediglich bei SG2 fand die Zunahme der  $Geh_{kum}$  auch über die Zunahme der  $Epi_{länge}$  statt. Möglicherweise war die körperliche Leistungsfähigkeit der SG1 so gering, dass eine Erhöhung hauptsächlich über die Anzahl (kurzer) Episoden zu leisten war. In der SG3 erfolgte die Zunahme der  $Geh_{kum}$

ebenfalls ausschließlich über die  $Epi_{anzahl}$ . Im Gegensatz zur SG1 wird hier jedoch vermutet, dass die  $Epi_{länge}$  ein bestimmtes Maß (notwendiges Minimum) erreicht hat, welches innerhalb der Rehabilitation nicht erweitert werden konnte. Eine Erhöhung der  $Geh_{kum}$  musste also bei der SG3 ausschließlich über die  $Epi_{anzahl}$  stattfinden. SG2 stellt den Sonderfall dar, bei der die  $Geh_{kum}$  über beide Parameter erhöht wurde.

Zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  wurde die  $Geh_{kum}$  aller Subgruppen hauptsächlich durch die Höhe der  $Epi_{anzahl}$  bestimmt. Lediglich bei der SG1 hing die  $Geh_{kum}$  auch mit der  $Epi_{länge}$  zusammen. Die signifikante Zunahme der  $Geh_{kum}$  zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  für die SG1 lag sowohl in der Zunahme der  $Epi_{länge}$  als auch in der Zunahme der  $Epi_{anzahl}$  begründet. Auffällig war, dass mit zunehmender Leistungsfähigkeit der SG1 die Erhöhung der  $Geh_{kum}$  nun auch über die  $Epi_{länge}$  stattfand (vgl. SG2 zwischen  $T_1$  und  $T_{FU}$ ). Weiterhin ist anzumerken, dass sich zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  die Subgruppen bezüglich  $Epi_{anzahl}$  nicht mehr signifikant voneinander unterschieden, was darauf hindeutet, dass ein notwendiges Minimum bezüglich  $Epi_{anzahl}$  für das häusliche Umfeld von allen drei Gruppen erreicht wurde. Die Subgruppen unterschieden sich allerdings weiterhin in der  $Epi_{länge}$ .

Vergleicht man die durchschnittliche  $Epi_{länge}$  der drei Subgruppen mit den allgemeinen Aktivitätsempfehlungen, welche Gehphasen von mindestens 10 Minuten am Stück fordern, so konnte diese bereits zu  $T_1$  von der SG3 und zu  $T_2$  von der SG2 erreicht werden. SG1 erreichte erst zu  $T_{FU}$  eine durchschnittliche  $Epi_{länge}$  von knapp 11 Minuten.

Zur  $Geh_{max}$  ist zu sagen, dass diese zwischen  $T_1$  und  $T_2$  sowohl für die SG1 als auch für die SG2 signifikant zunahm, zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  nur noch für die SG1. Dies kann ebenfalls darüber erklärt werden, dass die SG3 bereits in der Rehabilitation ein notwendiges Minimum (ggf. bedingt durch Umgebungsfaktoren) erreicht hatte. Die SG1 hingegen hatte auch zu  $T_{FU}$  noch Steigerungspotential.

Das Wissen über die Faktoren, die eine Zunahme der  $Geh_{kum}$  innerhalb der Rehabilitation begünstigen, kann möglicherweise ebenfalls für die Therapieplanung genutzt werden. Können ganz schwache Patienten (SG1) ihre Aktivität zu Beginn der Rehabilitation nur über die  $Epi_{anzahl}$  erhöhen, sollten die Therapeuten dies berücksichtigen und zuerst die  $Geh_{kum}$  über diesen Parameter erhöhen. In fortgeschrittenem Trainingszustand sollten die Inhalte dann in Richtung  $Epi_{länge}$  abgeändert werden. Für die SG3 wäre hier eine Orientierung an den allgemeinen Aktivitätsempfehlungen (mind. 10 Minuten am Stück) sinnvoll, für die SG1 sollte auch hier der Voroperationsstatus mit bedacht werden. Bei den Patienten der SG2 sollte wiederum individuell entschieden werden, woran sich die Therapieziele orientieren.

#### *Uptime-Zeit auf den Beinen*

Bei der Betrachtung der *Uptime* für die einzelnen Subgruppen fällt auf, dass, obwohl für die Gesamtgruppe zwischen  $T_1$  und  $T_2$  eine signifikante Zunahme zu verzeichnen war, dies bei näherer Betrachtung jedoch nicht für alle Subgruppen galt. So nahm die *Uptime* nur innerhalb der SG1 sowie innerhalb der SG2 zu. Die SG3 konnte keine Zunahme verzeichnen. Dies deutet darauf hin, dass die bereits zu  $T_1$  vorhandene *Uptime* der SG3 den situativen Anforderungen der Rehabilitation ausreichend gewachsen war. Da die SG3 jedoch zwischen  $T_1$  und  $T_2$  eine signifikante Zunahme der  $Geh_{kum}$  aufzeigte, kann daraus geschlossen werden, dass sich innerhalb der unveränderten *Uptime* das Verhältnis zwischen  $Geh_{kum}$  und Steh-Phasen zu Lasten der Steh-Phasen verschoben hat.

Zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  konnte, obwohl für die Gesamtgruppe keine signifikante Zunahme errechnet wurde, eine Zunahme für die SG1 aufgedeckt werden. Dies lässt die Vermutung zu, dass sich die Anforderungen des häuslichen Umfeldes positiv auf die Entwicklung der *Uptime* der SG1 auswirkten. Diese Vermutung stellten bereits BERNHARDT ET AL. (2005) in ihrer Studie zum Vergleich der *Uptime* zwischen Rehabilitation und häuslicher Umgebung von Patienten nach PFF auf.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass sich zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  die *Uptime* zwischen den Gruppen nicht mehr signifikant voneinander unterschied. Auch dies deutet darauf hin, dass hier ein notwendiges Minimum von allen Subgruppen erreicht wurde.

Bei einem Vergleich der Subgruppen mit Studien, welche die *Uptime* bei Rehabilitanden nach PFF, allgemeinen älteren Patienten sowie im Pflegeheim oder zuhause lebenden älteren Menschen mittels Aktivitätssensor erfasst haben (de Bruin et al., 2007; Bernhardt et al., 2005; Egerton & Brauer, 2009; Grant et al., 2010; Lord et al., 2011; Smith et al., 2008), konnte lediglich festgestellt werden, dass im Gegensatz zu den Ergebnissen der Gesamtgruppe die SG1 zum Zeitpunkt  $T_1$  eine geringere *Uptime* aufwies als die Gruppe (allgemeine geriatrische Rehabilitanden) von SMITH ET AL. (2008) ebenfalls zu Beginn der Rehabilitation. Da die SG1 zu Beginn der Rehabilitation noch sehr mobilitätseingeschränkt war und dadurch andere Therapieinhalte als längere Geh- und Stehphasen im Vordergrund standen (z. B. Transfer), verstärkt dies die schon bei der Gesamtgruppe aufgestellte Vermutung (vgl. Kap. 5.2.1.1 *Zeit auf den Beinen*). Darüber hinaus ergaben sich keine weiteren Erkenntnisse. Es ist lediglich auch hier zu erwähnen, dass die Differenz der  $Geh_{kum}$  (zwischen Vergleichsgruppe und Subgruppe) mit abnehmender Leistungsfähigkeit der Subgruppe zunahm.

### **5.2.2 Zusammenhänge und deren Veränderungen**

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war die Aufdeckung statistisch signifikanter Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität und in der Rehabilitation gemessenen Parametern der körperlichen Funktion bzw. Kapazität sowie anthropometrischer und psychosozialer Parameter. Weiterhin wurden Veränderungen der Zusammenhänge über die Zeit ( $T_1/T_2$ ) untersucht. Das Wissen über bestehende Zusammenhänge und deren Veränderung soll zum Verständnis der Komplexität der körperlichen

Aktivität von Patienten nach PFF beitragen und soll wichtige Informationen für die Therapieplanung bereitstellen.

In der vorliegenden Arbeit konnten keine Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität ( $Geh_{kum}$  bzw. *Uptime*) und den Parametern Alter, Geschlecht, BMI, Komorbidität, Kognition und Art der Fraktur festgestellt werden. Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu Ergebnissen aus Studien von HARRIS, OWEN, VICTOR, ADAMS UND COOK (2009) und CHIPPERFIELD ET AL. (2008b). Hier wurden geringe Zusammenhänge zwischen den genannten Parametern und der körperlichen Aktivität gefunden. Lediglich bezüglich des Geschlechts konnten CHIPPERFIELD ET AL. (2008b), wie in der vorliegenden Studie keinen Zusammenhang finden. Erklären lassen sich diese unterschiedlichen Ergebnisse möglicherweise dadurch, dass die beiden genannten Studien sich auf Kollektive zuhause lebender älterer Menschen beziehen, bei denen diese Faktoren mit der körperlichen Aktivität in gewissem Maße zusammenhängen. Bedingt durch den plötzlichen Einschnitt durch das Akutereignis „Hüftfraktur“ in der körperlichen Aktivität sowie in der funktionellen Leistungsfähigkeit fielen die Patienten womöglich auf ein Niveau zurück, auf dem diese Faktoren keine Rolle zu spielen scheinen.

Bezüglich der Art der Fraktur fiel allerdings eine Besonderheit auf. Zwar zeigte die Art der Fraktur für die Gesamtgruppe keinen signifikanten Zusammenhang (bzw. kein aussagekräftiges Assoziationsmaß  $\eta$ ), bei der Betrachtung der Verteilung der Frakturarten auf die Subgruppen hingegen (vgl. Kap. 4.1) fällt dennoch auf, dass vor allem Patienten mit pertrochantärer Femurfraktur zur SG1 zugeordnet wurden, Patienten nach Schenkelhalsfraktur eher zur SG3. SG2 stellte eine Mischgruppe aus beiden Frakturtypen dar. Im Gegensatz zur Schenkelhalsfraktur zeichnet sich die pertrochantäre Femurfraktur im Allgemeinen durch häufig postoperativ auftretende Komplikationen und erhöhtes Schmerzaufkommen aus. Dies liegt in der Art der Fraktur und in der weitaus komplizierteren Art der Versorgung (Osteosynthese) begründet. So wird bei der pertrochantären Femurfraktur zumeist die umliegende Muskulatur in Mitleidenschaft gezogen, was häufig zu erhöhten

Schmerzen führt. Aus den genannten Gründen und eigenen Beobachtungen ist eine fehlende Assoziation mit der körperlichen Aktivität verwunderlich. Möglicherweise konnte das Assoziationsmaß  $\eta$  diese Auffälligkeit nicht bemerken. Das Problem lag hier sehr wahrscheinlich im nominalskalierten Charakter der Variable „Art der Fraktur“.

Weiterhin wurde aufgrund des stark vorstrukturierten Tagesablaufes innerhalb der Rehabilitation ein Zusammenhang zwischen den Parametern der körperlichen Aktivität und der Anzahl bzw. der Art der am gleichen Tag durchgeführten Therapieeinheiten vermutet. Wie bereits in Kapitel 4.3.2 aufgeführt, stieg die Gesamtanzahl der Therapieeinheiten zwischen  $T_1$  und  $T_2$  signifikant an. Zusätzlich verschob sich die Art der Therapie zu Gunsten aktiver Einheiten. Diese Verschiebung lässt sich durch den verbesserten körperlichen Zustand des Patienten zum Zeitpunkt  $T_2$  erklären, denn verändert sich die körperliche Leistungsfähigkeit, so sollte auch die Therapie entsprechend in Art und Umfang angepasst werden. Obwohl sich insgesamt Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität ( $Geh_{\text{kum}}$  bzw.  $Uptime$ ) und der Anzahl der unterschiedlichen Therapiearten zeigten, kann aufgrund der erhaltenen Korrelationskoeffizienten jedoch nur von sehr geringen bis geringen Zusammenhängen ausgegangen werden. Es lässt sich nur bedingt sagen, dass die Höhe der körperlichen Aktivität mit der Anzahl der Therapieeinheiten zusammenhing. Erklären lassen sich die geringen Korrelationskoeffizienten dadurch, dass eine geringe Anzahl an Therapieeinheiten die Aktivität in den Zwischentherapiezeiten aufgrund einer zu geringen körperlichen Auslastung fördern, oder aber auch aufgrund eines schwachen körperlichen Allgemeinzustandes des Patienten unterdrücken kann. Gleiches gilt für eine hohe Anzahl an Therapieeinheiten. Diese können die körperliche Aktivität in den Zwischentherapiezeiten in Folge von Müdigkeit bzw. Erschöpfung hemmen oder aber aufgrund eines sehr guten körperlichen Allgemeinzustandes anregen. Da die Zwischentherapiezeit den Großteil des Tages ausmacht, fällt diese Zeit womöglich besonders ins Gewicht. Die gefundenen Ergebnisse sollten aus den genannten Gründen nicht

überbewertet werden. Betrachtet man Tabelle 18, so zeigt sich, dass die  $Geh_{kum}$  zum Zeitpunkt  $T_1$  mit der Anzahl der beiden Therapiearten (aktiv bzw. passiv) sowie mit der Gesamtanzahl zusammenhing. Dies bedeutet möglicherweise (cave: kein kausaler Zusammenhang bei Korrelationen!), dass unabhängig von der Art der Therapie, an welcher der Patient teilnahm, dies zum Zeitpunkt  $T_1$  Auswirkungen auf die Höhe der  $Geh_{kum}$  hatte. Der jedoch sehr geringe Zusammenhang zwischen der  $Geh_{kum}$  und der  $Th_{aktiv}$  lässt sich vor allem dadurch erklären, dass zum Zeitpunkt  $T_1$  in den als aktiv deklarierten Therapieeinheiten z. B. überwiegend Transfersituationen trainiert wurden. Dies änderte sich im Laufe der Rehabilitation (hin zu mehr Geheiten), was auch die alleinige Korrelation der  $Geh_{kum}$  mit der  $Th_{aktiv}$  zum Zeitpunkt  $T_2$  erklären würde. Die Ergebnisse der *Uptime* sind den Ergebnissen der  $Geh_{kum}$  sehr ähnlich, mit dem Unterschied, dass die *Uptime* zum Zeitpunkt  $T_1$  nicht mit den  $Th_{aktiv}$  zusammenhing und zum Zeitpunkt  $T_2$  zusätzlich noch mit der  $Th_{gesamt}$ . Dies lässt sich vor allem durch den unterschiedlichen Charakter der beiden Parameter erklären. So beinhaltet die *Uptime* neben den Geh-Anteilen auch Steh-Anteile. Bei der Interpretation wird an dieser Stelle neben den sehr geringen Korrelationen auch noch mal auf die Problematik der Definition von aktiven und passiven Therapieeinheiten hingewiesen (vgl. Kap. 5.1.2).

Insgesamt kann hier festgehalten werden, dass zwar ein sehr geringer bis geringer Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und der Anzahl der (unterschiedlichen Arten der) Therapie bestand, dass dieser Zusammenhang jedoch nicht ausreicht, die Höhe der Aktivität zu beschreiben. Wichtiger scheint die körperliche Aktivität in den Zwischentherapiezeiten zu sein. ESMONDE ET AL. (1997) überprüften die körperliche Aktivität in der therapiefreien Zeit von Patienten nach Schlaganfall und fanden heraus, dass die Patienten 50 % ihrer therapiefreien Zeit inaktiv verbrachten. Aufgrund des hohen Anteils der therapiefreien Zeit (ca. 60-70 %) am Gesamttag hat diese mitunter die größten Auswirkungen auf die körperliche Aktivität (vgl. auch Patterson et al., 2005). Da die körperliche Aktivität in den Zwischentherapiezeiten anscheinend vom Inhalt der unmittelbaren Therapien sowie von der Höhe

der Beanspruchung und der individuellen kurzfristigen Reaktion darauf abhängt, kann die Frage, ob die Therapieeinheiten separat erfasst werden sollten, nicht geklärt werden. Viel hilfreicher wäre es hier, die Transfereffekte der Therapie zu überprüfen, in dem man z. B. zusätzlich die körperliche Aktivität an Tagen erfasst, an denen keine Therapie stattfindet (Wochenende).

Weiterhin sollte bezüglich der Art der Korrelation erwähnt werden, dass ein anderer als ein linearer Zusammenhang zwischen der Anzahl der Therapien und der körperlichen Aktivität nicht ausgeschlossen werden kann. Möglich wäre ggf. auch ein U-förmiger Zusammenhang, den es jedoch zu überprüfen gilt.

Betrachtet man die funktionellen Messverfahren (im Sinne der Kapazität), so zeigten diejenigen Parameter zu beiden Messzeitpunkten die höchsten Korrelationen (dennoch nur moderat) mit den beiden Parametern der körperlichen Aktivität auf, die in ihrer Durchführung in irgendeiner Art und Weise einen Geh-Anteil beinhalteten ( $V_{hab}$ , SPPB, TUG, 2MWT). Keine oder nur geringe Korrelationen zeigten sich vor allem in Parametern ohne diesen Geh-Anteil ( $G_{gst}$ , 5CR). Die insgesamt nur moderaten Zusammenhänge lassen sich möglicherweise dadurch erklären, dass die Messverfahren unterschiedliche Konstrukte messen (funktionelle Messungen vs. Aktivitätsmessung). So bilden die hier verwendeten funktionellen Messverfahren eher den Bereich der Kapazität (ICF Aktivität) ab, die Aktivitätsmessung hingegen den Bereich der Aktivität (Aspekt der ICF Partizipation). Da die körperliche Aktivität jedoch auch Aspekte der Kapazität beinhaltet, zeigen sich dennoch geringe bis moderate Zusammenhänge. Bei der Überprüfung ob Parameter funktioneller Messungen als mögliche Surrogatmarker der körperlichen Aktivität dienen können, konnten NICOLAI ET AL. (2010) bei zuhause lebenden älteren Menschen (Alter  $M = 81 \pm 4$  (SD) Jahre) ganz ähnliche Korrelationskoeffizienten ermitteln. Auch Studien von GERDHEM ET AL. (2008) mit zuhause lebenden älteren Menschen, MUDGE UND STOTT (2009), ESMONDE ET AL. (1997) sowie MICHAEL, ALLEN UND MACKO (2005) mit Patienten nach Schlaganfall und ASHE ET AL. (2007) mit

Patienten mit chronischen Erkrankungen bestätigen die hier ermittelten Ergebnisse. Wie in allen genannten Studien, kann auch in der vorliegenden Arbeit festgehalten werden, dass die Höhe der Korrelationen zeigt, dass es nicht möglich ist, von der körperlichen Leistungsfähigkeit auf die körperliche Aktivität zu schließen. Die allgemeine, logisch klingende Annahme, dass die körperliche Aktivität und die körperliche Leistungsfähigkeit stark miteinander zusammenhängen, kann für Patienten nach PFF in einer geriatrischen Rehabilitation ebenfalls nicht bestätigt werden. Dies lässt darauf schließen, dass es andere Faktoren oder Kombinationen aus Faktoren geben muss, durch die sich die körperliche Aktivität besser erklären lässt.

Zuletzt sollte jedoch bei der Interpretation der Korrelationen auch noch mal angemerkt werden, dass die Werte möglicherweise durch Bodeneffekte (Vergleich der  $n$  zu  $T_1$  und  $T_2$ ) verzerrt wurden, da sehr schwache Personen, die einen Test nicht durchführen konnten, nicht in die Berechnung mit eingingen. Dies schränkt die Ergebnisse möglicherweise in ihrer Aussagekraft ein.

Es stellte sich die Frage, ob objektive biomechanische Parameter, die zusätzliche Informationen auf den ICF Ebenen „Funktion“ und „Aktivität“ (Kapazität) bieten, ebenfalls mit der körperlichen Aktivität zusammenhängen und dementsprechend auch bei der Therapieplanung zur Aktivitätssteigerung beachtet werden sollten. Zumeist konnten jedoch keine Zusammenhänge in dem vorliegenden Kollektiv gefunden werden. Zu  $T_1$  scheinen lediglich die  $GA_{SSdiff}$  sowie die  $PC_{dyn}$  gering mit der körperlichen Aktivität zusammenzuhängen, zu  $T_2$  nur die  $Bel_{diff}$ . Studien, die Zusammenhänge zwischen der körperlichen Aktivität und biomechanischen Parameter (im Sinne der ICF Funktion bzw. ICF Aktivität) untersucht haben, gibt es bis dato nicht. Ein Vergleich mit der Literatur ist daher nicht möglich. Doch ähnlich wie zuvor bei den Zusammenhängen mit den Kapazitätsparametern der funktionellen Messungen kann auch hier festgehalten werden, dass, sichtbar an der geringen Ausprägung der Korrelationen, durch die verschiedenen

Messverfahren auch hier unterschiedliche Konstrukte (ICF Funktion/ICF Aktivität vs. ICF Partizipation) abgebildet werden.

Die meist verwendete Messung im Bereich der biomechanischen Messverfahren (ICF Funktion/ICF Aktivität) ist die isometrischen Messung der Handkraft. Diesbezüglich sei noch zu erwähnen, dass laut HYATT ET AL. (1990) die Handkraft ein Indikator für den allgemeinen körperlichen Zustand älterer Menschen zu sein scheint und damit folglich die körperliche Aktivität beeinflusst. In dem vorliegenden Kollektiv hängt die Handkraft jedoch nicht mit der körperlichen Aktivität zusammen.

Auch bei den biomechanischen Parametern könnte eine mögliche Verzerrung der Ergebnisse durch Bodeneffekte entstanden sein.

Bezüglich der erhobenen fragebogenbasierten Parameter aus den Bereichen Alltagsfunktion, Mobilität, Schmerz, Sturzangst und Depressivität konnten die höchsten Zusammenhänge (moderat) der körperlichen Aktivität ( $Geh_{\text{kum}}$  bzw. *Uptime*) mit solchen Parametern zum Zeitpunkt  $T_1$  aufgezeigt werden, die eine Mobilitätseinschätzung (von der Pflege bzw. eigene Einschätzung) beinhalteten (BI, RMI). Zum Zeitpunkt  $T_2$  nahm dieser Zusammenhang jedoch auf ein geringes Niveau ab. Die lediglich moderaten Zusammenhänge lassen sich, ähnlich wie schon zuvor bei den funktionellen Messungen, darüber erklären, dass auch hier mit den verwendeten Messverfahren (Fragebogen vs. Aktivitätsmessung) zwei unterschiedliche Konstrukte (Fremd- bzw. Selbsteinschätzung der Kapazität vs. Aktivität) gemessen wurden. Da jedoch die körperliche Aktivität auch Aspekte der Kapazität beinhaltet, zeigen sich hier dennoch moderate ( $T_1$ ) bzw. geringe ( $T_2$ ) Zusammenhänge. Ganz ähnliche Ergebnisse bezüglich des RMIs ( $r = 0,31-0,52$ , je nach Aktivitätsparameter) erhielten auch MUDGE UND STOTT (2009) bei einem Kollektiv aus Patienten nach Schlaganfall. Weiterhin konnten CHIPPERFIELD ET AL. (2008b) jedoch nur einen geringen ( $r = 0,25$ ) Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und den Aktivitäten des täglichen Lebens aufdecken. Die Höhe des Zusammenhangs liegt jedoch weit unter dem in dieser Studie. Eine unterschiedliche Erhebungsmethode könnte hierfür der Grund sein. Für die Lebensqualität

und den Schmerz konnten nur zu  $T_1$  geringe Zusammenhänge beobachtet werden. Dies lässt den Schluss zu, dass die körperliche Aktivität nicht durch Lebensqualität oder über das Schmerzniveau gemessen werden kann und umgekehrt. Die Ergebnisse werden auch durch Ergebnisse früherer Studien unterstützt, in denen auch nur ein sehr geringer Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und der Lebensqualität (Salguero et al., 2010) bzw. gar kein Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und Schmerzen bei Patienten nach PFF (Bernhardt et al., 2005) gefunden wurden. Weiterhin wurden zum Zeitpunkt  $T_2$  kaum Schmerzen angegeben, so dass ein Zusammenhang aufgrund eines Bodeneffektes bzw. fehlende Sensibilität der Erhebungsmethode nicht nachgewiesen werden konnte. Weiterhin muss hier erwähnt werden, dass die genannten Studien entweder ein anderes Kollektiv beobachteten oder die Daten zu anderen Zeitpunkten erhoben wurden, was einen Vergleich ebenfalls erschwert.

Sowohl die Sturzangst als auch die Depressivität hingen innerhalb der Rehabilitation nicht mit den Parametern der körperlichen Aktivität zusammen. Bezüglich der Sturzangst konnten LIM UND TAYLOR (2005) gleiches für eine Gruppe zuhause lebender älterer Menschen feststellen. Dabei wurden die Daten jedoch über eine Befragung erhoben. Obwohl in der vorliegenden Arbeit kein Zusammenhang zwischen der körperlichen Aktivität und der Depressivität gefunden werden konnte, belegen TEYCHENNE ET AL. (2008) in ihrem Review einen inversen Zusammenhang zwischen den beiden Parametern. Erklären lässt sich dies darüber, dass die in dieser Arbeit beobachteten Patienten insgesamt als nicht depressiv eingestuft wurden (med = 3 von 15 möglichen Punkten). Ähnlich wie zuvor bei der Erhebung des Schmerzes beeinflusst auch hier eine fehlende Sensitivität des Fragebogens die Aufdeckung einer möglichen Korrelation.

Eine Unterfragestellung befasste sich mit der Veränderung über die Zeit ( $T_1$  nach  $T_2$ ) von ggf. bestehenden Zusammenhängen zwischen der körperlichen Aktivität und den aufgeführten funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierten Parametern. Zwischen  $T_1$  und  $T_2$  konnten keine Veränderungen aufgezeigt werden (ermittelt über einen Vergleich der nicht standardisierten Regressionskoeffizienten).

Voraussetzung für einen Vergleich der Regressionskoeffizienten war die Signifikanz der jeweiligen Modelle zu beiden Messzeitpunkten. Die Tatsache, dass keine Veränderungen aufgezeigt werden konnten bzw. dass die Ausprägung der Regressionskoeffizienten mit ihren Konfidenzintervallen sich zwischen  $T_1$  und  $T_2$  nicht signifikant voneinander unterschied, deutet auf eine gewisse Beständigkeit innerhalb des Konstrukts hin. Die Effekte der unabhängigen Variablen auf die abhängige Variable waren zu beiden Messzeitpunkten gleich bzw. ähnlich groß, was möglicherweise anzeigt, dass das Konstrukt der körperlichen Aktivität zu einem gewissen, feststehenden Anteil mit der Kapazität bzw. der Funktion zusammenhängt und zu einem zu jedem Messzeitpunkt gleichbleibenden Anteil durch diese beeinflusst wurde. Der Zeitpunkt der Messung hatte somit auf die Höhe des Effekts keinen Einfluss. Spannend ist nun die Frage welche Parameter den höchsten Effekt auf die körperliche Aktivität hatten. Hierzu wurden zuerst die Effekte standardisiert (standardisiertes Maß der Effektstärke) und anschließend miteinander verglichen. Dieser Vergleich zeigte, dass sowohl zu  $T_1$  als auch zu  $T_2$  solche Parameter die höchsten Effekte auf die körperliche Aktivität hatten, die in irgendeiner Art die Gehfähigkeit beinhalteten. Diese nehmen somit im Konstrukt der körperlichen Aktivität eine wesentliche Rolle ein. Um die körperliche Aktivität insgesamt erhöhen zu können, erscheint es somit sinnvoll auch diejenigen Parameter mit zu berücksichtigen, die ein Gehen beinhalten, da hier der Effekt zumindest von Seiten der Kapazität auf die körperliche Aktivität am höchsten ist. Trainiert ein Therapeut also solche Parameter im Sinne einer Kapazitätsverbesserung, hat dies ebenfalls in einem gewissen Maße positive Auswirkungen auf die körperliche Aktivität und somit auf Aspekte der ICF Partizipation. Bei der Betrachtung der Effektstärken fällt in diesem Zusammenhang jedoch auf, dass diese 0,6 nicht wesentlich überstiegen, was für einen nur geringen bis moderaten Effekt auf die körperliche Aktivität spricht. Dies ließe sich, wie oben schon beschrieben, auf die Messung unterschiedlicher Konstrukte zurückführen. Das Ziel die körperliche Aktivität zu erhöhen, sollte daher vor allem durch die Erhöhung der körperlichen Aktivität selbst erfolgen, z. B. durch

zusätzliche Fortbewegungsangebote. Dies lässt sich vor allem auch in den Zwischentherapiezeiten sinnvoll realisieren.

### **5.2.3 Generierung eines Modells zur Erklärung der Aktivität innerhalb der Rehabilitation**

In einem weiteren Schritt sollte überprüft werden, ob sich für Patienten nach PFF geeignete Modelle zur Erklärung der körperlichen Aktivität aus dem bereits standardmäßig angewandten Messverfahren generieren lassen. Wenn ja, könnte dies, bei geeigneter Varianzerklärung, eine zusätzliche Messung der körperlichen Aktivität einsparen. Die Idee war, eine Kombination aus Messverfahren zu ermitteln, über welche die körperliche Aktivität zu allen Messzeitpunkten am besten erklärt werden kann. Dies wurde zum einen für die Teilbereiche „funktionelle Messungen“, „biomechanische Messungen“ und „fragebogenbasierte Messungen“, zum anderen auch für die Gesamtheit der Messverfahren überprüft. Auf die methodischen Probleme, die mit der multiplen Regressionsanalyse einhergingen (u. a. eingeschränkte Anzahl der n), wurde bereits in Kapitel 5.1.3 näher eingegangen. Bis dato gibt es (nach Wissen der Autorin) keine Studie, die ein Modell zur Erklärung der körperlichen Aktivität durch bereits bestehende und standardmäßig angewandte Messmethoden oder zusätzliche biomechanische Messverfahren (der ICF Funktion und Kapazität) untersucht hat. Lediglich eine Querschnittsstudie mit Patienten nach Totalendoprothese konnte gefunden werden, die sich mit der Erklärung der körperlichen Aktivität (erfasst über einen Fragebogen) über Parameter wie Alter, Bildungsstand und Familienstatus (Stevens et al., 2007) beschäftigt. Da diese Parameter in der vorliegenden Studie nicht erhoben wurden, ist auch insgesamt ein Ergebnisvergleich mit dieser und anderen Studien nicht möglich.

In den Teilbereichsmodellen zeigte sich, dass auch hier vor allem diejenigen Parameter im Modell verblieben, die ein Gehen beinhalteten (SPPB, 2MWT,  $V_{\text{hab}}$  und TUG bei den funktionellen Messverfahren, BI und RMI bei den

fragebogenbasierten Parametern) oder sich auf das Gehen bezogen ( $GA_{ssdiff}$  bei den biomechanischen Messverfahren). In allen Modellen konnten jedoch (unabhängig vom Messzeitpunkt und unabhängig vom Aktivitätsparameter) durch die Parameter höchstens 49,5 % der Varianz der körperlichen Aktivität erklärt werden. Der genannte Höchstwert ging aus dem Modell für die fragebogenbasierten Parameter hervor und beinhaltete den BI sowie den RMI ( $Geh_{kum} T_1$ ). Dass die höchste Prädiktion innerhalb der fragebogenbasierten Parameter erreicht werden konnte, lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass hier zum einen der Allgemeinzustand des Patienten (sowohl von der Pflege als auch vom Patienten selbst) eingeschätzt wurde und somit ein größeres Spektrum erfasst wurde als durch ein kurzes, nur wenige Sekunden bzw. Minuten andauerndes Assessment. Zum anderen konnte, im Gegensatz zu den funktionellen und biomechanischen Teilbereichsmodellen, das Modell der fragebogenbasierten Erhebungen mit vollständiger Probandenzahl gerechnet werden, da jeder Fragebogen für jeden Patient erhoben werden konnte.

Auch in dem Versuch, aus den erhobenen Parametern ein Gesamtmodell zu generieren, konnten nur insgesamt knapp 54 % der Varianz der körperlichen Aktivität über alle eingeflossenen Parameter erklärt werden. Dieser Wert ist zwar höher als der der Teilbereichsmodelle, ist jedoch auch hier noch nicht genügend hoch, um gänzlich auf die körperliche Aktivität schließen zu können.

Die Problematik bei einer wie hier vorgenommenen Modellgenerierung besteht zum einen darin, dass ganz schwache Personen, die einen bestimmten Test nicht durchführen können, im Modell nicht berücksichtigt werden (vgl. n der Teilbereichsmodelle), was eine Allgemeingültigkeit der Modelle für diese Patientengruppe in Frage stellt. Zum anderen zeigten auch die Regressionsmodelle, wie zuvor auch schon die Korrelationsberechnungen aus Kapitel 5.2.2, dass hier womöglich unterschiedliche Konstrukte abgebildet wurden. Würden die funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierten Parameter die körperliche Aktivität in Gänze messen bzw. abdecken, so fiel die Erklärung der Varianz

deutlich besser aus. Vor allem die biomechanischen Messungen, die in der vorliegenden Arbeit vor allem die Funktion (ICF) messen, schneiden auch hier (vgl. Korrelationen Kap. 5.2.2) am schlechtesten ab. Zwar beinhaltet das Konstrukt der körperlichen Aktivität auch Aspekte anderer ICF Bereiche, diese beschränken sich jedoch eher auf Aspekte der Kapazität (ICF Aktivität) als auf Aspekte der Funktion (ICF Funktion).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass zwar eine einheitliche Testbatterie aus schon bestehenden, angewandten Messverfahren sehr praktisch und hilfreich wäre (auch bezüglich des Zeitaufwandes), dass dies jedoch bei dieser Personengruppe über diese Messverfahren nur teilweise gewährleistet werden kann. Aufgrund der Abbildung unterschiedlicher ICF Bereiche durch die bestehenden Messverfahren kann gleiches auch für andere Fallgruppen der geriatrischen Rehabilitation angenommen werden. Jedoch müsste dies in weiteren Studien verifiziert werden. Insgesamt ist also zu sagen, dass der Bereich der körperlichen Aktivität über die vorhandenen Parameter eher unzureichend abgedeckt wird. Dies belegt die Notwendigkeit einer eigenständigen Aktivitätsmessung.

#### **5.2.4 Prädiktion bzw. Varianzaufklärung der körperlichen Aktivität zu $T_{FU}$**

Ein weiteres Ziel war die Beurteilung des Rehabilitationserfolges bezüglich der körperlichen Aktivität bzw. der ICF Partizipation. Angegangen wurde dies durch eine Überprüfung, in wie weit die körperliche Aktivität zu  $T_{FU}$  (und somit die Partizipation in der häuslichen Umgebung) durch die körperliche Aktivität zu  $T_2$  erklärt werden kann, bzw. inwieweit die körperliche Aktivität zu  $T_{FU}$  durch die körperliche Aktivität zu  $T_2$  vorhergesagt werden kann. Dies hätte den Vorteil, Partizipationschancen, die einen wesentlichen Teil des ICF Gedankens ausmachen (vgl. hierzu Kap. 2.2.2), für das häusliche Umfeld frühzeitig positiv beeinflussen zu können, wenn man zum Zeitpunkt  $T_2$  schon abschätzen könnte, wie sich die körperliche Aktivität entwickeln wird. Gegebenenfalls könnte frühzeitig

eine Verlängerung der Rehabilitation beantragt oder dem Patienten frühzeitig geeignete Anschlussbehandlungen zugänglich gemacht werden. Die Prädiktion wurde in der vorliegenden Arbeit über einfache lineare Regressionen errechnet.

Betrachtet man die Ergebnisse aus Kapitel 4.6, so stellt man fest, dass sich die körperliche Aktivität der Gesamtgruppe zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  nur zu einem geringen Teil durch die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt  $T_2$  erklären ließ. Eine erklärte Varianz von knapp über 22 % zeigt an, dass fast 80 % der körperlichen Aktivität ( $Geh_{kum}$ ) durch andere Faktoren determiniert wurden. Ähnlich verhielt es sich auch für die zum Zeitpunkt  $T_1$  definierten Subgruppen. Hier konnten knapp 27 % der Varianz der körperlichen Aktivität zu  $T_{FU}$  erklärt werden ( $Geh_{kum}$  der SG3). Insgesamt fiel die Vorhersage bzw. die Erklärung der körperlichen Aktivität zu  $T_{FU}$  durch die körperliche Aktivität zu  $T_2$  also weniger gut aus. Als Ursachen hierfür können mehrere Gründe angeführt werden. Eine gute Regression hängt davon ab, dass sich zwei Parameter in irgendeinem definierten Verhältnis zueinander verändern. Bei der Betrachtung der Gesamtgruppe kann die schlechte Vorhersage bzw. Varianzaufklärung möglicherweise durch eine hohe Heterogenität der Veränderung der körperlichen Aktivität über die Zeit erklärt werden. So verändern sich z. B. mäßig eingeschränkte Personen zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  nicht gleichermaßen, sondern teilweise ganz unterschiedlich. Diese Heterogenität würde dazu führen, dass das Verhältnis zwischen der abhängigen und der unabhängigen Variable nicht klar bzw. exakt definiert ist. Um diese Vermutung (Heterogenität im Verlauf) zu überprüfen wurde nachträglich ein Schaubild zur Veranschaulichung erstellt. Dieses kann im Anhang III-1 eingesehen werden.

Die Heterogenität in der Veränderung der körperlichen Aktivität zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  ist hier deutlich zu erkennen. Eine verlässliche, aussagekräftige Vorhersage bzw. Varianzaufklärung ist, wie bereits vermutet, aufgrund der Heterogenität in der Veränderung nur in Teilen möglich. Der Versuch die Heterogenität in der Veränderung der körperlichen Aktivität durch die Bildung von Subgruppen einzudämmen ist mit der Wahl der zu  $T_1$

definierten Subgruppen nicht geglückt. Auch hier waren die zu  $T_1$  definierten Subgruppen zu  $T_2$  selbst und erst recht die Veränderungen in der körperlichen Aktivität zu  $T_{FU}$  so heterogen, dass kein ausreichender Prädiktionswert ermittelt werden konnte. In einem zweiten Schritt wurde daher die gleiche Berechnung mit zu  $T_2$  neu definierten Subgruppen durchgeführt. In diesen zu  $T_2$  neu eingeteilten Subgruppen konnten aufgrund der geringeren internen Verlaufsheterogenität (im Vergleich zu den ursprünglichen Subgruppen) höhere Prädiktionswerte für die SG1 und die SG3 errechnet werden (bis zu 53 %  $Geh_{kum}$  SG1). Die SG2 stellte wiederum eine gemischte Gruppe dar, in der die Veränderungen wiederum sehr heterogen waren. Trotz der höheren erklärten Varianz durch die zu  $T_2$  neu definierten Subgruppen ist diese trotzdem noch zu gering, um die körperliche Aktivität zu  $T_{FU}$  gänzlich durch die körperliche Aktivität zu  $T_2$  erklären bzw. vorhersagen zu können.

Bei der Betrachtung der Literatur stellt man fest, dass es kaum Studien gibt, die erstens die körperliche Aktivität als Rehabilitations-*Outcome* berücksichtigen und zweitens sie auch noch durch in der Rehabilitation aufgenommenen Parameter vorherzusagen oder zu erklären versuchen. Die meisten Studien, die in diesem Zusammenhang gefunden wurden, bezogen sich auf die Identifizierung von Determinanten für *Outcome*-Parameter wie z. B. den erfolgreiche Abschluss der Rehabilitation, die Mortalität, die Entlassung ins Pflegeheim oder die funktionelle Wiederherstellung (u. a. Cree et al., 2000; Magaziner, Simonsick, Kashner, Hebel, & Kenzora, 1990; Marottoli, Berkman, Leo-Summers, & Cooney, Jr., 1994; Parker & Palmer, 1995; van der Sluijs & Walenkamp, 1991). Ein Vergleich mit der vorliegenden Studie ist daher recht schwierig.

Nur wenige Studien suchten bislang nach Prädiktoren der körperlichen Aktivität älterer Menschen. Zu den wenigen gehören z. B. eine Querschnittsstudie von ASHE ET AL. (2007), die Prädiktoren der körperlichen Aktivität bei Patienten mit chronischen Erkrankungen untersuchten, oder z. B. eine Studie von CHIPPERFIELD ET AL. (2008), die zwischen Aktivitätsdeterminanten für Männer und Frauen unterschieden. Im

Gegensatz zur vorliegenden Studie bestanden die unabhängigen Variablen bei den beiden erwähnten Studien aus anthropometrischen, mobilitätsabbildenden, psycho-sozialen, sozio-ökonomischen und einigen medizinischen Parametern. Eine Prädiktion bzw. eine Erklärung der Varianz aus einer vorangegangenen Aktivitätsmessung war hier nicht Inhalt. In der Studie von ASHE ET AL. (2007) konnten z. B. der TUG, der BMI und das Alter 27 % der Varianz der körperlichen Aktivität erklären. In der Studie von CHIPPERFIELD ET AL. (2008) wurde auf die Angabe von Bestimmtheitsmaßen (Varianzaufklärung in Prozent) verzichtet. Jedoch konnten hier der Wohnstatus (allein/nicht allein), das Alter und der aktuelle Gesundheitsstatus als Determinanten ermittelt werden. Da in der vorliegenden Arbeit nur höchsten 53 % der körperlichen Aktivität durch die körperliche Aktivität zu einem früheren Zeitpunkt erklärt werden konnten (für die SG1; für die anderen Subgruppen noch weniger), müssen, wenn man die Ergebnisse von ASHE ET AL. (2007) und CHIPPERFIELD ET AL. (2008) betrachtet, weitere Determinanten zur Erklärung der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  berücksichtigt werden. Dabei sind neben den in den beiden Studien genannten Faktoren auch Faktoren wie Umgebungsfaktoren nicht auszuschließen. Denn eine weitere mögliche Ursache, warum die erklärte Varianz im vorliegenden Kollektiv so gering ausfiel, könnte die Tatsache sein, dass die körperliche Aktivität zu  $T_{FU}$  in einem ganz anderen Umfeld bzw. Setting und unter anderen Umständen gemessen wurde als zu  $T_2$ . Die räumliche Situation (Bauweise des Gebäudes, Ausstattung der Stationen (z. B. Handlauf usw.) sowie der vorgegebene Tagesablauf innerhalb der Rehabilitation lassen sich nur schwer mit der Situation im häuslichen Umfeld vergleichen. Laut BENJAMIN ET AL. (2009) konnten Studien in Seniorenwohnheimen (zur Rehabilitation vergleichbares Setting) einen starken Einfluss der Bauweise, der Größe und Ausstattung des Gebäudes auf die Freizeitgestaltung, die soziale Einbindung und dem Aktivitätsumfang nachweisen. Eine Veränderung des Settings hat zur Folge, dass möglicherweise weitere und andere Faktoren hinzukommen, welche die körperliche Aktivität beeinflussen bzw. determinieren, die jedoch in der vorliegenden Arbeit nicht erhoben wurden. So konnten einige Studien den Einfluss von Umgebungsfaktoren bzw. der sozialen Einbindung

auf die körperliche Aktivität (z. B. Berke, Koepsell, Moudon, Hoskins, & Larson, 2007; Booth, Owen, Bauman, Clavisi, & Leslie, 2000; Li et al., 2005; Rantakokko et al., 2010; Shumway-Cook et al., 2002; Strath et al., 2007) oder auf die Partizipation nachweisen (Haak, Fange, Horstmann, & Iwarsson, 2008). Diese Faktoren sollten bei einer künftigen Untersuchung als mögliche Einflussfaktoren bedacht werden, denn laut genannter Literatur wäre neben der Messung der körperlichen Aktivität zu  $T_2$  auch eine Erfassung dieser Faktoren (z. B. soziale Einbindung, bebaute Umgebung usw.) sinnvoll, um die körperliche Aktivität zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  besser vorhersagen bzw. erklären zu können.

Auch das Wissen über weitere, die körperliche Aktivität beeinflussende Faktoren, kann bei einer Verlängerungsentscheidung oder bei einer Rehaanschlussbehandlung zur Therapieplanung genutzt werden. Auch Interventionen mit dem Ziel, die körperliche Aktivität von älteren Menschen zu fördern, können von dem Wissen über solche beeinflussenden Faktoren profitieren (Booth et al., 2000).

Neben der Heterogenität der Veränderung und dem Settingwechsel könnte bei der Regressionsberechnung innerhalb der Subgruppen auch die Gruppengröße einen negativen Einfluss auf das Ergebnis gehabt haben, da bei kleinen Gruppen ein möglicher Ausreißer viel stärker ins Gewicht fällt als bei größeren Gruppen.

### **5.2.5 Veränderungssensitivität der Messverfahren und Boden-/Deckeneffekte**

Ein letztes Ziel der vorliegenden Arbeit war die Überprüfung, ob die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität eine höhere Veränderungssensitivität aufweisen kann als biomechanische, funktionelle oder fragebogenbasierte Erhebungsmethoden. Weiterhin sollten in diesem Zusammenhang aufgetretene Boden-/Deckeneffekte miteinander verglichen werden. Die Veränderungssensitivität wurde über die SRM berechnet. Diese setzt, wie bereits in Kapitel 3.6 ausführlicher dargestellt, die Differenz der

Mittelwerte der beiden Messzeitpunkte  $T_1$  und  $T_2$  in Bezug zur Standardabweichung der Messwertdifferenzen. Boden-/Deckeneffekte wurden in Prozent am Gesamtkollektiv ausgedrückt.

Bezüglich der Bodeneffekte lässt sich sagen, dass vor allem die funktionellen und biomechanischen Messverfahren anfällig für solche Effekte waren, da viele Patienten bestimmte Tests zur Überprüfung der Funktion oder Kapazität meist zu Beginn der Rehabilitation nicht durchführen konnten. Dies stellt die Eignung dieser Tests in einem Reha-Setting in Frage, da ein großer Teil (bis zu 31 % beim TUG) der Patienten zu Beginn der Rehabilitation nicht gemessen werden konnte (vgl. Jarnlo, 2003). In diesem Fall ist eine Verlaufsdokumentation, die mehr als nur eine dichotome Einordnung (gekonnt/nicht gekonnt) beinhaltet, nicht möglich. Eine Verlaufsdokumentation war auch dann nicht möglich, wenn Deckeneffekte auftraten. Dies war bei einem Großteil der Fragebögen (BI, EQ, WOMAC und GDS) sowie einem Teil der funktionellen Messverfahren ( $G_{st}$  und SPPB) der Fall. Allein die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität ( $Geh_{kum}$  bzw. *Uptime*) war in der vorliegenden Arbeit nicht anfällig für die genannten Boden-/Deckeneffekte, da die Messung sowohl bei allen Personen machbar war, als auch keine Begrenzung bzw. Einschränkung bezüglich der Skalierung (kein Höchstwert) aufwies.

Bezüglich der Veränderungssensitivitäten zeigte sich, dass die funktionellen Messungen scheinbar am sensibelsten Veränderungen erfassen konnten (mit Ausnahme der  $G_{st}$ ). Für die biomechanischen Messverfahren sowie für den überwiegenden Teil der Fragebögen (mit Ausnahme des BI und des RMI) fielen die Veränderungssensitivitäten sehr gering aus. Das Maß der Veränderung der sensorbasierten Messung der körperlichen Aktivität lag im oberen moderaten Bereich. Die sehr geringe Veränderungssensitivität innerhalb der biomechanischen Messverfahren lässt sich möglicherweise durch eine zu hohe Streuung innerhalb der Veränderung zwischen  $T_1$  und  $T_2$  erklären. Dies könnte in den nur wenige Sekunden andauernden Messungen der Funktion und die möglicherweise hierdurch entstehende starke Heterogenität innerhalb der Gruppe begründet liegen.

Die geringe Veränderungssensitivität bei den Fragebögen hingegen lässt sich möglicherweise eher, im Gegensatz zu den biomechanischen Verfahren, durch die Art der Skalierung bzw. die Anzahl der Antwortmöglichkeiten/

-abstufungen oder durch eine zu geringe Wirksamkeit der Rehabilitation auf diese Parameter erklären (Igl, Zwingmann, & Faller, 2005). So sind diese wie z. B. bei der FES-I (Eingruppierung der Bedenken hinzufallen zwischen 1 „keinerlei Bedenken“ und 4 „sehr große Bedenken“) limitiert und dadurch weniger sensibel für Veränderungen in diesem Kollektiv. Im Vergleich zu den funktionellen Messungen scheint die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität schlechter abzuschneiden. Eine Erklärung lässt sich aus dem Auftreten der Boden-/Deckeneffekte innerhalb der funktionellen Messverfahren herleiten. Da die Höhe der SRM von der Streuung (SD) der Messwertdifferenz ( $T_2 - T_1$ ) abhängt, wirkt sich eine Reduzierung des Kollektivs um diejenigen Personen, die den Test nicht durchführen können (Bodeneffekt), positiv auf die Höhe der SRM aus. Durch den Wegfall der schwachen Personen (Homogenisierung) wird möglicherweise die Streuung der Messwertdifferenz beeinflusst, so dass diese womöglich geringer ist, als sie im Gesamtkollektiv, also inkl. der ganz schwachen Personen, wäre. Durch die geringere Streuung und den dadurch kleiner werdenden Nenner der SRM-Gleichung kommt es zu einer höheren Veränderungssensitivität. Die SRM der funktionellen Messverfahren, in denen Boden-/Deckeneffekte auftraten, sind somit verzerrte (beschönigte) Werte und sollten nicht für das Gesamtkollektiv interpretiert werden.

Es kann also festgehalten werden, dass die funktionellen Messungen zwar bei einem Vergleich der Veränderungssensitivitäten im ersten Moment besser abzuschneiden scheinen. Beim zweiten Blick sollte jedoch bedacht werden, dass die berechneten Veränderungssensitivitäten der funktionellen Messverfahren nur für ein stark selektiertes Kollektiv (ohne diejenigen Personen, die den Test nicht durchführen konnten) Gültigkeit besitzen. Die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität hingegen wurde nicht durch Boden-/Deckeneffekt beeinflusst. Die SRM ist hier somit nicht verzerrt und kann für die Gesamtgruppe gesehen werden. Zwar ist die

Veränderungssensitivität für die Aktivitätsmessung aufgrund der höheren Streuung der Messwertdifferenzen (Heterogenität in der Veränderung) etwas geringer als die der funktionellen Messverfahren, jedoch wird hier das gesamte vorliegende Kollektiv abgebildet. Da die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität ein geeignetes Instrument zu sein scheint, den Verlauf der Rehabilitation (Veränderungssensitivität) bei Patienten nach PFF ohne Boden-/Deckeneffekte zu messen, sollte diese daher den funktionellen Messungen der Kapazität, welche anfällig für Boden-/Deckeneffekt sind, vorgezogen werden oder diese zumindest ergänzen.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Übergeordnetes Ziel der vorliegenden Studie war die objektive Beschreibung und Bewertung der in der geriatrischen Rehabilitation mittels Sensor gemessenen körperlichen Aktivität sowie deren Verlauf bei Patienten nach PFF. Weitere Ziele waren die Identifizierung von möglichen Zusammenhängen zwischen der körperlichen Aktivität und der körperlichen Leistungsfähigkeit sowie psychosozialen Parametern. Auch mögliche Veränderungen dieser Zusammenhänge über die Zeit, die Erstellung von Prädiktionsmodellen zur Erklärung der körperlichen Aktivität zu Beginn der Rehabilitation und nach zwei Wochen, die Überprüfung der Prädiktion der körperlichen Aktivität eines definierten Nachbeobachtungszeitpunktes durch die in der Rehabilitation erfasste körperliche Aktivität sowie der Vergleich der Veränderungssensitivität aller angewandten Messverfahren waren von Interesse. Hierfür wurden Hüftfrakturpatienten einer geriatrischen Rehabilitationsklinik zu Beginn der Rehabilitation, nach zwei Wochen und zu einem definierten Nachbeobachtungszeitpunkt untersucht. Neben der körperlichen Aktivität wurden funktionelle, biomechanische und fragebogenbasierte Parameter erhoben.

Die Verwendung eines Sensors zur Aktivitätsmessung hat sich als unproblematisch herausgestellt. Der Sensor wurde von den Patienten innerhalb der Rehabilitation gut akzeptiert.

Nach Wissen der Autorin ist dies die erste Studie, welche die körperliche Aktivität von Patienten nach PFF über mehrere Messzeitpunkte von Beginn der Rehabilitation an mit unterschiedlichen Aktivitätsparametern untersucht hat. Neben der in anderen Studien häufig gemessenen *Uptime* wurden weitere rehabilitationsrelevante Parameter erhoben; denn betrachtet man die Rehabilitationsziele von Patienten nach PFF (vor allem Verbesserung der Gangmobilität), so sind vor allem solche Parameter interessant, die diese Mobilität objektiv abbilden können. Auch im Hinblick auf die Partizipation, einem Teilbereich der ICF, können die genannten Aktivitätsparameter zusätzlich Informationen bezüglich der Teilhabe liefern, denn bis dato wurde

mit den bisher angewandten funktionellen Assessments überwiegend der Bereich der Kapazität (ICF Aktivität) abgebildet.

Bei der deskriptiven Betrachtung der körperlichen Aktivität von Patienten nach PFF lässt sich zusammenfassend sagen, dass die körperliche Aktivität, sowohl innerhalb der Rehabilitation als auch zum Nachbeobachtungszeitpunkt, im Vergleich zu anderen Studien (Querschnittsstudien mit anderen Kollektiven und Settings) bzw. zu allgemeinen Aktivitätsempfehlungen zum Erhalt der Gesundheit und der Selbständigkeit, insgesamt sehr gering ausfiel. Selbst zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  lag das Aktivitätsniveau noch deutlich unter den altersgleichen Vergleichskollektiven zuhause lebender älterer Menschen. In diesem Zusammenhang sei noch einmal auf die Folgen körperlicher Inaktivität hingewiesen (vgl. Kap. 2.1). Es muss jedoch erwähnt werden, dass sich die körperliche Aktivität (Aspekt der ICF Partizipation) in allen Parametern, vor allem während der ersten beiden Wochen der Rehabilitation, im Mittel stark verbessert hat. Auch nach der Rehabilitation konnten weitere Verbesserungen in der  $Geh_{kum}$  und in Gehepisodenparametern gemessen werden. Aufgrund der großen Differenz zwischen der körperlichen Aktivität der Patienten nach PFF zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  und der körperlichen Aktivität von zuhause lebenden älteren Menschen sollte es Ziel sein, die körperliche Aktivität als relevanten Rehabilitationsbereich anzunehmen. Es wird empfohlen, die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität innerhalb der Rehabilitation zur Verlaufs- und Ergebnisdokumentation sowie zur unterstützenden Therapieplanung zu nutzen. Wie bereits GRANT ET AL. (2010) feststellten, könnte eine Möglichkeit der Aktivitätsförderung innerhalb der Rehabilitation darin bestehen, die inaktiven Phasen der Patienten gezielt durch spezielle Angebote zu durchbrechen. Zusätzlich wären Maßnahmen sinnvoll, welche die körperliche Aktivität nach Entlassung ins häusliche Umfeld weiter fördern, um den Voroperationszustand bzw. die allgemeinen Aktivitätsempfehlungen (wieder) zu erreichen.

Aufgrund einer sehr ausgeprägten aktivitätsbezogenen Heterogenität der Gesamtgruppe, kann die Betrachtung von Subgruppen zusätzliche wichtige Informationen liefern und sollte bei der individuellen Therapieplanung, der

Nachversorgungsplanung und bei der Verlaufsprognose auch im Rahmen von Allokationsentscheidungen genutzt werden. Auch die Zielplanung innerhalb der Rehabilitation kann durch die Betrachtung von Subgruppen individueller gestaltet werden. So scheint es z. B. sinnvoll, die Zielplanung von sehr schwachen Patienten am Voroperationszustand zu orientieren, wohingegen die Zielplanung von leistungsstärkeren Patienten anhand allgemeiner Aktivitätsempfehlungen stattfinden könnte. Geeignete Parameter zur Subgruppendefinition sind noch zu überprüfen.

Die in dieser Studie verwendeten Aktivitätsparameter haben sich bewährt und können auch für künftige Studien empfohlen werden. Neben der *Uptime* geben die  $Geh_{kum}$  und die Gehepisodenparameter in der vorliegenden Arbeit erste Einblicke, wie sich die körperliche Aktivität von Patienten nach PFF möglicherweise zusammensetzt und über die Zeit verändert.

Bei der Betrachtung der Zusammenhänge zwischen den Parametern der körperlichen Aktivität und den in der Rehabilitation standardmäßig erhobenen Parametern kann zusammenfassend festgestellt werden, dass aus den erhobenen Merkmalen Parameter identifiziert werden konnten, mit denen die körperliche Aktivität von Patienten nach PFF innerhalb der Rehabilitation zusammenhing. Insgesamt waren diese Zusammenhänge jedoch nur gering bis moderat, wobei hier die höchsten Korrelationen mit solchen Parametern erreicht wurden, die auf der Ebene der Kapazität das Gehen beinhalteten ( $V_{hab}$ , SPPB, TUG, 2MWT, BI, RMI). Biomechanische Parameter die zumeist auf der Ebene der Funktion messen, zeigen die geringsten Korrelationen. Diese Ergebnisse lassen sich möglicherweise so erklären, dass die verwendeten Messverfahren unterschiedliche Konstrukte abbilden. So wurde über die funktionellen und biomechanischen Messverfahren die Kapazität (ICF Aktivität) und die Funktion (ICF Funktion) und über die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität die Aktivität (Aspekt der ICF Partizipation) abgebildet. Durch die vorliegenden Ergebnisse konnte jedoch dargestellt werden, dass die körperliche Aktivität auch Aspekte der Kapazität und zu einem geringen Maße auch Aspekte der Funktion beinhaltet, was durch die geringen bis moderaten Zusammenhänge gezeigt werden konnte. Es muss

jedoch festgehalten werden, dass das Maß der Zusammenhänge nicht ausreicht, die körperliche Aktivität über die bereits standardmäßig durchgeführten Messverfahren zu erheben. Wie auch in anderen Studien gezeigt werden konnte (Ashe et al., 2007; Esmonde et al., 1997; Gerdhem et al., 2008; Michael, Allen, & Macko, 2005; Mudge & Stott, 2009; Nicolai et al., 2010), können Parameter der Kapazität oder der Funktion nicht als Surrogatmarker verwendet werden, so dass dies nun auch für die Patienten nach PFF gültig scheint. Jedoch besitzt diese Aussage keine Allgemeingültigkeit und müsste daher für andere in der geriatrischen Rehabilitation befindlichen Fallgruppen separat überprüft werden.

Bis dato finden in der Rehabilitation die Assessments und die daraus abgeleiteten Therapieinhalte hauptsächlich auf der Ebene der Funktion bzw. Kapazität statt. Wie aber schon zuvor beschrieben (vgl. Kap. 2.2.2), wird es künftig nötig sein, auch den Bereich der körperlichen Aktivität und somit auch Aspekte der Partizipation abzubilden. Dies kann jedoch nur über eine eigenständige, die körperliche Aktivität betreffende Ziel- und Therapieplanung realisiert werden. Die körperliche Aktivität kann nicht aus anderen Parametern abgeleitet werden und muss daher selbständig gemessen werden. Dennoch kann das Wissen über die Zusammenhänge für die künftige Therapieplanung nützlich sein und vor allem zum Verständnis der Komplexität der körperlichen Aktivität beitragen.

Weiterhin kann festgehalten werden, dass sich die Zusammenhänge bzw. Effektstärken der unabhängigen Parameter auf die körperliche Aktivität über die Zeit nicht veränderten. Dies deutet darauf hin, dass das Konstrukt der körperlichen Aktivität zu jedem Zeitpunkt gleich stark durch die Kapazität beeinflusst wurde. Beim Vergleich der Effektstärken aller Parameter fiel auf, dass diejenigen Parameter, die das Gehen beinhalteten den höchsten Effekt (gering bis moderat) auf die körperliche Aktivität hatten. Dies impliziert ebenfalls die Notwendigkeit einer separaten Messung der körperlichen Aktivität. Die Messverfahren sollten dann jedoch nicht konkurrierend sondern komplementär eingesetzt werden, um ein möglichst großes Spektrum im Sinne der ICF abbilden zu können.

Bezüglich der Generierung eines Modells zur Erklärung der körperlichen Aktivität kann zusammenfassend festgehalten werden, dass dies in der vorliegenden Studie sowohl für die Teilbereiche (funktionelle, biomechanische oder fragebogenbasierte Messverfahren) als auch für den Gesamtbereich (alle Teilbereiche zusammen) nicht gelang. Zwar konnte die körperliche Aktivität zu einem gewissen Teil aus den verwendeten Messverfahren abgeleitet werden, dieser Prozentsatz war jedoch noch zu gering, um künftig auf eine eigenständige Messung der körperlichen Aktivität verzichten zu können. Dieses Resultat bestärkt das Ergebnis der Zusammenhangsprüfungen (Fragestellung 2). Das Konstrukt der körperlichen Aktivität beinhaltet zwar zu einem gewissen Teil die Bereiche Funktion und Kapazität und lässt sich darüber auch zu einem gewissen Teil erklären, es kann jedoch nur maximal zur Hälfte daraus abgeleitet werden. Da die Teilbereiche vordringlich andere Aspekte der ICF abbilden (Funktion und Kapazität) kann ein ähnliches Ergebnis auch für andere Fallgruppen angenommen werden. Dies wäre jedoch in weiteren Studien zu prüfen.

Für die Prädiktion der körperlichen Aktivität zu  $T_{FU}$  (häusliches Umfeld) durch die körperliche Aktivität zu  $T_2$  (Rehabilitation) kann zusammenfassend festgehalten werden, dass diese aufgrund verschiedener Faktoren sowohl für die Gesamtgruppe der Patienten nach PFF als auch für definierte Subgruppen schwierig scheint. Unterschiedliche Settings mit unterschiedlichen, die körperliche Aktivität beeinflussenden Faktoren (soziales Umfeld, bebaute Umgebung) spielen hier wahrscheinlich eine nicht zu unterschätzende Rolle. Zusätzlich erschwert ein heterogener Verlauf der körperlichen Aktivität zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  der einzelnen Probanden die Vorhersage. Durch die Bildung von aktivitätsdefinierten Subgruppen zum Zeitpunkt  $T_2$  kann diese Heterogenität zwar etwas reduziert werden, erklärte Varianzen von knapp über 50 % konnten allerdings nur für eine einzige Subgruppe erreicht werden. Für eine präzisere Prädiktion der körperlichen Aktivität müssen künftig zu  $T_2$  also weitere Faktoren ausfindig gemacht werden, die Teile der körperlichen Aktivität zu  $T_{FU}$  vorhersagen können. Erst wenn diese Faktoren identifiziert werden, kann die Therapie innerhalb der Rehabilitation im Sinne der Partizipation stärker auf diese Faktoren bzw. Zusammenhänge der körperlichen

Aktivität mit diesen Faktoren eingehen und diese somit frühzeitig beeinflussen, um die Teilhabechancen zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  verbessern zu können und somit die Nachhaltigkeit der Rehabilitation auch im Hinblick auf die körperliche Aktivität gewährleisten zu können. Neben der Prädiktion der körperlichen Aktivität zum Zeitpunkt  $T_{FU}$  durch Parameter zum Zeitpunkt  $T_2$  sollten künftig auch allgemeine, die Lebensumstände im häuslichen Umfeld beschreibende Parameter (z. B. über Fragebögen wie die *social disengagement scale* (Bassuk, Glass, & Berkman, 1999) oder den *housing enabler* (Iwarsson, 1999)) erfasst werden und in eine Prädiktion bzw. in Modelle zur Erklärung der körperlichen Aktivität mit einfließen.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität, im Gegensatz zu funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierten Parametern, nicht anfällig für Boden-/Deckeneffekte war. Dies kann als entscheidender Vorteil gegenüber den bis dato in der Rehabilitation angewandten Messverfahren angesehen werden. Bislang war gerade bei solchen Personen eine Verlaufsdokumentation nur unzureichend möglich, die zu Beginn der Rehabilitation bestimmte Tests zur Erfassung der körperlichen Funktion und Kapazität nicht durchführen konnten. Künftig könnte so auch der Verlauf dieser Personen dokumentiert werden. Zusätzlich konnte mit der vorliegenden Arbeit auch nachgewiesen werden, dass die sensorbasierte Messung sensitiv genug ist, Veränderungen innerhalb der Rehabilitation bei Patienten nach PFF zu erfassen. Zwar wurde für die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität eine etwas geringere Veränderungssensitivität berechnet als für die funktionellen Messverfahren, aufgrund der fehlenden Boden-/Deckeneffekte sollte diese jedoch aus den genannten Gründen (vgl. 5.2.5) den funktionellen Messungen vorgezogen werden.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass die sensorbasierte Messung der körperlichen Aktivität als ein valides, reliables und objektives Instrument einsetzbar ist, welches bei allen Personen zu allen Messzeitpunkten durchführbar war, keine Boden- oder Deckeneffekte aufwies sowie sensibel für Veränderungen während der Rehabilitation war. Weiterhin hat diese Art der

Messung den Vorteil, dass sie die gewöhnlichen Verhaltensweisen (Teilhabe als Forderung der ICF) der Patienten über einen längeren Zeitraum abbilden kann ohne jedoch wertvolle Therapiezeit dafür einzunehmen.

Es ist jedoch zu beachten, dass die Ergebnisse nur für das ausgewählte Kollektiv Gültigkeit besitzen. Da das vorliegende Kollektiv stark selektiert war, können die Ergebnisse nicht generalisiert werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie müssten in Folgestudien sowohl auf Übertragbarkeit auf andere Indikationsgruppen als auch auf Übertragbarkeit auf das Gesamtkollektiv (unselektiert) der Patienten nach PFF geprüft werden.

Die Idee der Subgruppen scheint ebenfalls ein guter Ansatz zu sein und sollte künftig weiter erforscht werden. Die Bildung von Subgruppen scheint speziell für eine optimierte Therapieplanung und das Aussprechen von geeigneten Aktivitätsempfehlungen innerhalb der Rehabilitation sinnvoll. Dabei scheint es auch wichtig, den physischen und psychischen Zustand vor der Rehabilitation zu erfassen, um auch daran Empfehlungen für z. B. Subgruppen auszusprechen zu können.

Zudem scheinen weitere Studien angebracht, um die komplexen Zusammenhänge der körperlichen Aktivität zum Nachbeobachtungszeitraum zu untersuchen, um hieraus ggf. schon frühzeitig individuelle Therapieziele ableiten zu können (z. B. den Einfluss von Umweltgegebenheiten, dem baulichen Umfeld sowie der sozialen Einbindung).

Ein weiterer interessanter Aspekt, der untersuchungswürdig erscheint, bezieht sich auf die Verteilung der körperlichen Aktivität auf Therapieeinheiten und Zwischentherapiezeit bzw. auch auf die gegenseitige Beeinflussung (vgl. hierzu auch eine Studie von Smith et al., 2008) von Therapie und Freizeit in Abhängigkeit der Therapieintensität. Auch interessant scheint die Ermittlung der Verteilung der körperlichen Aktivität über den gesamten Tag innerhalb der Rehabilitation, in Anlehnung an eine Studie von ESMONDE ET AL. (1997).

Auch die Erfassung und Analyse weiterer Parameter, die sich aus der Aktivitätsmessung ableiten lassen, wie z. B. die Anzahl der Transfers, als Maß der Aktivitätswechsel, sollten künftig auf ihren Informationsgehalt und ihre

Aussagekraft für die geriatrische Rehabilitation überprüft werden (vgl. hierzu de Bruin et al., 2007).

## 7 Literatur

- Alessi, C. A., Martin, J. L., Webber, A. P., Alam, T., Littner, M. R., Harker, J. O. et al. (2008). More daytime sleeping predicts less functional recovery among older people undergoing inpatient post-acute rehabilitation. *Sleep*, *31*, 1291-1300.
- Andersen, L. B., Schnohr, P., Schroll, M., & Hein, H. O. (2000). All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch.Intern.Med.*, *160*, 1621-1628.
- Arinzon, Z., Shabat, S., Peisakh, A., Gepstein, R., & Berner, Y. N. (2010). Gender differences influence the outcome of geriatric rehabilitation following hip fracture. *Arch.Gerontol.Geriatr.*, *50*, 86-91.
- Ashe, M. C., Eng, J. J., Miller, W. C., & Soon, J. A. (2007). Disparity between physical capacity and participation in seniors with chronic disease. *Med.Sci.Sports Exerc.*, *39*, 1139-1146.
- Bachmann, S., Finger, C., Huss, A., Egger, M., Stuck, A. E., & Clough-Gorr, K. M. (2010). Inpatient rehabilitation specifically designed for geriatric patients: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*, *340*, c1718.
- Baker, S. P. & Harvey, A. H. (1985). Fall injuries in the elderly. *Clin.Geriatr.Med.*, *1*, 501-512.
- Bassuk, S. S., Glass, T. A., & Berkman, L. F. (1999). Social disengagement and incident cognitive decline in community-dwelling elderly persons. *Ann.Intern.Med.*, *131*, 165-173.
- Bauman, A., Phongsavan, P., Schoeppe, S., & Owen, N. (2006). Physical activity measurement--a primer for health promotion. *Promot.Educ.*, *13*, 92-103.
- Becker, C., Koczy, P., & Matzke, U. (2010). *Einrichtungskonzept für die stationäre geriatrische Rehabilitation* (Rep. No. 2). Stuttgart: Robert-Bosch-Krankenhaus.

- Bellamy, N., Buchanan, W. W., Goldsmith, C. H., Campbell, J., & Stitt, L. W. (1988). Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J.Rheumatol.*, *15*, 1833-1840.
- Benjamin, K., Edwards, N., & Caswell, W. (2009). Factors influencing the physical activity of older adults in long-term care: administrators perspectives. *J.Aging Phys.Act.*, *17*, 181-195.
- Bergstrom, N., Braden, B. J., Laguzza, A., & Holman, V. (1987). The Braden Scale for Predicting Pressure Sore Risk. *Nurs.Res.*, *36*, 205-210.
- Bergström, U., Jonsson, H., Gustafson, Y., Pettersson, U., Stenlund, H., & Svensson, O. (2009). The hip fracture incidence curve is shifting to the right. *Acta Orthop.*, *80*, 520-524.
- Berke, E. M., Koepsell, T. D., Moudon, A. V., Hoskins, R. E., & Larson, E. B. (2007). Association of the built environment with physical activity and obesity in older persons. *Am.J Public Health*, *97*, 486-492.
- Bernhardt, J., Borschmann, K., Crock, D., Hill, K., McGann, A., & DeGori, M. (2005). Stand up an be counted: measuring time spent upright after hip fracture and comparison with community dwelling older people. *Physiotherapy*, *91*, 215-222.
- Bijnen, F. C., Caspersen, C. J., & Mosterd, W. L. (1994). Physical inactivity as a risk factor for coronary heart disease: a WHO and International Society and Federation of Cardiology position statement. *Bull.World Health Organ*, *72*, 1-4.
- Bijnen, F. C., Feskens, E. J., Caspersen, C. J., Mosterd, W. L., & Kromhout, D. (1998). Age, period, and cohort effects on physical activity among elderly men during 10 years of follow-up: the Zutphen Elderly Study. *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.*, *53*, M235-M241.

- Bilney, B., Morris, M., & Webster, K. (2003). Concurrent related validity of the GAITRite walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait.Posture.*, *17*, 68-74.
- Birg, H. (2002). *Die demographische Zeitenwende: Der Bevölkerungsrückgang in Deutschland und Europa.* (2 ed.) München: Beck.
- Blair, S. N., Cheng, Y., & Holder, J. S. (2001). Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Med.Sci.Sports Exerc.*, *33*, S379-S399.
- Blake, A. J., Morgan, K., Bendall, M. J., Dallosso, H., Ebrahim, S. B., Arie, T. H. et al. (1988). Falls by elderly people at home: prevalence and associated factors. *Age Ageing*, *17*, 365-372.
- Boonstra, T. A., van der Kooij, H., Munneke, M., & Bloem, B. R. (2008). Gait disorders and balance disturbances in Parkinson's disease: clinical update and pathophysiology. *Curr.Opin.Neurol.*, *21*, 461-471.
- Booth, M. L., Owen, N., Bauman, A., Clavisi, O., & Leslie, E. (2000). Social-cognitive and perceived environment influences associated with physical activity in older Australians. *Prev.Med.*, *31*, 15-22.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler.* (4 ed.) Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Boston Working Group (1997). Boston Working Group on Improving Health Care Outcomes Through Geriatric Rehabilitation. *Med.Care*, *35*, JS4-20.
- Botolfsen, P., Helbostad, J. L., Moe-Nilssen, R., & Wall, J. C. (2008). Reliability and concurrent validity of the Expanded Timed Up-and-Go test in older people with impaired mobility. *Physiother.Res.Int.*, *13*, 94-106.
- Bouten, C. V. (1995). *Assessment of daily physical activity by registration of body movement (PhD Thesis).* Eindhoven University of Technology, The Netherlands.

- Boy, O., Hahn, S., & Kociemba, E. (2008). *Qualität sichtbar machen - Qualitätsreport 2008*. Bundesgeschäftsstelle Qualitätssicherung GGMBH.
- Brooks, D., Davis, A. M., & Naglie, G. (2006). Validity of 3 physical performance measures in inpatient geriatric rehabilitation. *Arch.Phys.Med.Rehabil.*, 87, 105-110.
- Brooks, D., Davis, A. M., & Naglie, G. (2007). The feasibility of six-minute and two-minute walk tests in in-patient geriatric rehabilitation. *Can.J.Aging*, 26, 159-162.
- Buchner, D. M. (2009). Physical activity and prevention of cardiovascular disease in older adults. *Clin.Geriatr.Med.*, 25, 661-75, viii.
- Buchner, D. M., Beresford, S. A., Larson, E. B., LaCroix, A. Z., & Wagner, E. H. (1992). Effects of physical activity on health status in older adults. II. Intervention studies. *Annu.Rev.Public Health*, 13, 469-488.
- Bühl, A. (2008). *SPSS 16 - Einführung in die moderne Datenanalyse*. (11 ed.) München/Germany: Pearson Studium.
- Bullinger, M. & Kirchberger, I. (1998). *SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand*. Göttingen: Hogrefe.
- Bundesministerium für Familie, S. F. u. J. (2001). *Dritter Altenbericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland: Alter und Gesellschaft*. Berlin: BMFSFJ.
- Bundesverband Geriatrie e.V. (2010). *Weißbuch Geriatrie. Die Versorgung geriatrischer Patienten: Struktur und Bedarf - Status Quo und Weiterentwicklung*. (2 ed.) Stuttgart: Kohlhammer.
- Burns, K. J. (1996). A new recommendation for physical activity as a means of health promotion. *Nurse Pract.*, 21, 18, 21-18, 28.
- Campbell, A. J., Borrie, M. J., & Spears, G. F. (1989). Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *J.Gerontol.*, 44, M112-M117.

- Campbell, A. J., Reinken, J., Allan, B. C., & Martinez, G. S. (1981). Falls in old age: a study of frequency and related clinical factors. *Age Ageing, 10*, 264-270.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep., 100*, 126-131.
- Cavanaugh, J. T., Kochi, N., & Stergiou, N. (2010). Nonlinear analysis of ambulatory activity patterns in community-dwelling older adults. *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci., 65*, 197-203.
- Charlson, M. E., Pompei, P., Ales, K. L., & MacKenzie, C. R. (1987). A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J.Chronic.Dis., 40*, 373-383.
- Chipperfield, J. G. (2008). Everyday physical activity as a predictor of late-life mortality. *Gerontologist, 48*, 349-357.
- Chipperfield, J. G., Newall, N. E., Chuchmach, L. P., Swift, A. U., & Haynes, T. L. (2008). Differential determinants of men's and women's everyday physical activity in later life. *J.Gerontol.B Psychol.Sci.Soc.Sci., 63*, S211-S218.
- Chudyk, A. M., Jutai, J. W., Petrella, R. J., & Speechley, M. (2009). Systematic review of hip fracture rehabilitation practices in the elderly. *Arch.Phys.Med.Rehabil., 90*, 246-262.
- Clemes, S. A., Matchett, N., & Wane, S. L. (2008). Reactivity: an issue for short-term pedometer studies? *Br.J.Sports Med., 42*, 68-70.
- Cockrell, J. R. & Folstein, M. F. (1988). Mini-Mental State Examination (MMSE). *Psychopharmacol.Bull., 24*, 689-692.
- Collen, F. M., Wade, D. T., Robb, G. F., & Bradshaw, C. M. (1991). The Rivermead Mobility Index: a further development of the Rivermead Motor Assessment. *Int.Disabil.Stud., 13*, 50-54.

- Collin, C., Wade, D. T., Davies, S., & Horne, V. (1988). The Barthel ADL Index: a reliability study. *Int.Disabil.Stud.*, 10, 61-63.
- Cooper, C., Barker, D. J., & Wickham, C. (1988). Physical activity, muscle strength, and calcium intake in fracture of the proximal femur in Britain. *BMJ*, 297, 1443-1446.
- Copeland, J. L. & Eslinger, D. W. (2009). Accelerometer assessment of physical activity in active, healthy older adults. *J.Aging Phys.Act.*, 17, 17-30.
- Coronado, M., Janssens, J. P., de, M. B., Terrier, P., Schutz, Y., & Fitting, J. W. (2003). Walking activity measured by accelerometry during respiratory rehabilitation. *J Cardiopulm.Rehabil.*, 23, 357-364.
- Cree, M., Soskolne, C. L., Belseck, E., Hornig, J., McElhaney, J. E., Brant, R. et al. (2000). Mortality and institutionalization following hip fracture. *J Am.Geriatr.Soc.*, 48, 283-288.
- Cukras, Z., Praczko, K., Kostka, T., & Jegier, A. (2007). Physical activity of elderly patients after total hip arthroplasty. *Ortop.Traumatol.Rehabil.*, 9, 286-296.
- Culhane, K. M., Lyons, G. M., Hilton, D., Grace, P. A., & Lyons, D. (2004). Long-term mobility monitoring of older adults using accelerometers in a clinical environment. *Clin.Rehabil.*, 18, 335-343.
- Cummings, S. R. & Melton, L. J. (2002). Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet*, 359, 1761-1767.
- Cutlip, R. G., Mancinelli, C., Huber, F., & DiPasquale, J. (2000). Evaluation of an instrumented walkway for measurement of the kinematic parameters of gait. *Gait.Posture.*, 12, 134-138.
- Dakin, L. E., Gray, L. C., Peel, N. M., Salih, S. A., & Cheung, V. H. (2010). Promoting walking amongst older patients in rehabilitation: are accelerometers the answer? *J.Nutr.Health Aging*, 14, 863-865.

- Davis, A. E. (1995). Hip fractures in the elderly: Surveillance methods and injury control. *Journal of Trauma Nursing*, 2, 15-21.
- Davis, M. G. & Fox, K. R. (2007). Physical activity patterns assessed by accelerometry in older people. *Eur.J.Appl.Physiol*, 100, 581-589.
- de Bruin, E. D., Hartmann, A., Uebelhart, D., Murer, K., & Zijlstra, W. (2008). Wearable systems for monitoring mobility-related activities in older people: a systematic review. *Clin.Rehabil.*, 22, 878-895.
- de Bruin, E. D., Najafi, B., Murer, K., Uebelhart, D., & Aminian, K. (2007). Quantification of everyday motor function in a geriatric population. *J.Rehabil.Res.Dev.*, 44, 417-428.
- de Marées, H. (2003). *Sportphysiologie*. (korrigierter Nachdruck der 9., vollst. überarb. und erweit. Aufl. ed.) Köln: Sport und Buch Strauß.
- Denkinger, M. D., Igl, W., Coll-Planas, L., Nikolaus, T., Bailer, S., Bader, A. et al. (2009). Practicality, validity and sensitivity to change of fear of falling self-report in hospitalised elderly--a comparison of four instruments. *Age Ageing*, 38, 108-112.
- Deppermann, K.-M., Friedrich, C., Herth, F., & Huber, R. E. (2008). Geriatrische Assessments und Diagnostik beim älteren Patienten. *Onkologie*, 31, 6-14.
- Di Monaco, M., Vallero, F., Di Monaco, R., Tappero, R., & Cavanna, A. (2007). Hip-fracture type does not affect the functional outcome after acute in-patient rehabilitation: a study of 684 elderly women. *Eura.Medicophys.*, 43, 439-444.
- Dias, N., Kempen, G. I., Todd, C. J., Beyer, N., Freiburger, E., Piot-Ziegler, C. et al. (2006). [The German version of the Falls Efficacy Scale-International Version (FES-I)]. *Z.Gerontol.Geriatr.*, 39, 297-300.
- Dipietro, L. (2001). Physical activity in aging: changes in patterns and their relationship to health and function. *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.*, 56 Spec No 2, 13-22.

- Dipietro, L., Caspersen, C. J., Ostfeld, A. M., & Nadel, E. R. (1993). A survey for assessing physical activity among older adults. *Med.Sci.Sports Exerc.*, 25, 628-642.
- Egerton, T. & Brauer, S. G. (2009). Temporal characteristics of habitual physical activity periods among older adults. *J.Phys.Act.Health*, 6, 644-650.
- Eldridge, B., Kimber, C., Wolfe, R., Galea, M., & Hutson, J. (2003). Uptime as a measure of recovery in children postappendectomy. *J.Pediatr.Surg.*, 38, 1822-1825.
- Esmonde, T., McGinley, J., Wittwer, J., Goldie, P., & Martin, C. (1997). Stroke rehabilitation: patient activity during non-therapy time. *Aust.J Physiother.*, 43, 43-51.
- EuroQol Group (1990). EuroQol--a new facility for the measurement of health-related quality of life. The EuroQol Group. *Health Policy*, 16, 199-208.
- Fisher, S., Ottenbacher, K. J., Goodwin, J. S., Graham, J. E., & Ostir, G. V. (2009). Short Physical Performance Battery in hospitalized older adults. *Aging Clin.Exp.Res.*, 21, 445-452.
- Fletcher, G. F., Balady, G., Blair, S. N., Blumenthal, J., Caspersen, C., Chaitman, B. et al. (1996). Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans. A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*, 94, 857-862.
- Franco, O. H., De, L. C., Peeters, A., Jonker, J., Mackenbach, J., & Nusselder, W. (2005). Effects of physical activity on life expectancy with cardiovascular disease. *Arch.Intern.Med.*, 165, 2355-2360.
- Frisard, M. I., Fabre, J. M., Russell, R. D., King, C. M., DeLany, J. P., Wood, R. H. et al. (2007). Physical activity level and physical functionality in nonagenarians compared to individuals aged 60-74 years. *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.*, 62, 783-788.

- Gebruers, N., Vanroy, C., Truijen, S., Engelborghs, S., & De Deyn, P. P. (2010). Monitoring of physical activity after stroke: a systematic review of accelerometry-based measures. *Arch.Phys.Med.Rehabil.*, *91*, 288-297.
- Gerdhem, P., Dencker, M., Ringsberg, K., & Akesson, K. (2008). Accelerometer-measured daily physical activity among octogenarians: results and associations to other indices of physical performance and bone density. *Eur J Appl.Physiol*, *102*, 173-180.
- Gesundheitsberichterstattung des Bundes (2010). Krankheitskosten für Verletzungen der Hüfte oder des Oberschenkel nach äußerer Einwirkung. Retrieved, 17-2-2010 from [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de)
- Gill, T. M., Gahbauer, E. A., Han, L., & Allore, H. G. (2009). Functional trajectories in older persons admitted to a nursing home with disability after an acute hospitalization. *J Am.Geriatr.Soc.*, *57*, 195-201.
- Gilson, B. S., Gilson, J. S., Bergner, M., Bobbit, R. A., Kressel, S., Pollard, W. E. et al. (1975). The sickness impact profile. Development of an outcome measure of health care. *Am.J.Public Health*, *65*, 1304-1310.
- Grant, P. M., Granat, M. H., Thow, M. K., & Maclaren, W. M. (2010). Analyzing free-living physical activity of older adults in different environments using body-worn activity monitors. *J.Aging Phys.Act.*, *18*, 171-184.
- Green, J., Forster, A., & Young, J. (2001). A test-retest reliability study of the Barthel Index, the Rivermead Mobility Index, the Nottingham Extended Activities of Daily Living Scale and the Frenchay Activities Index in stroke patients. *Disabil.Rehabil.*, *23*, 670-676.
- Gretebeck, R. J. & Montoye, H. J. (1992). Variability of some objective measures of physical activity. *Med.Sci.Sports Exerc.*, *24*, 1167-1172.
- Gross, L. D., Sallis, J. F., Buono, M. J., Roby, J. J., & Nelson, J. A. (1990). Reliability of interviewers using the Seven-Day Physical Activity Recall. *Res.Q.Exerc.Sport*, *61*, 321-325.

- Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Pieper, C. F., Leveille, S. G., Markides, K. S., Ostir, G. V. et al. (2000). Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.*, 55, M221-M231.
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G. et al. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J.Gerontol.*, 49, M85-M94.
- Haak, M., Fange, A., Horstmann, V., & Iwarsson, S. (2008). Two dimensions of participation in very old age and their relations to home and neighborhood environments. *Am.J Occup.Ther.*, 62, 77-86.
- Halbert, J., Crotty, M., Whitehead, C., Cameron, I., Kurrle, S., Graham, S. et al. (2007). Multi-disciplinary rehabilitation after hip fracture is associated with improved outcome: A systematic review. *J Rehabil.Med.*, 39, 507-512.
- Harris, A. M., Lanningham-Foster, L. M., McCrady, S. K., & Levine, J. A. (2007). Nonexercise movement in elderly compared with young people. *Am.J.Physiol Endocrinol.Metab*, 292, E1207-E1212.
- Harris, T. J., Owen, C. G., Victor, C. R., Adams, R., & Cook, D. G. (2009). What factors are associated with physical activity in older people, assessed objectively by accelerometry? *Br.J Sports Med.*, 43, 442-450.
- Harwood, R. H., Rogers, A., Dickinson, E., & Ebrahim, S. (1994). Measuring handicap: the London Handicap Scale, a new outcome measure for chronic disease. *Qual.Health Care*, 3, 11-16.
- Hirvensalo, M., Heikkinen, E., Lintunen, T., & Rantanen, T. (2005). Recommendations for and warnings against physical activity given to older people by health care professionals. *Prev.Med.*, 41, 342-347.

- Hoffmann, F. & Glaeske, G. (2006). Inzidenz proximaler Femurfrakturen in Deutschland. Personenbezogene Analyse einer Versichertenpopulation. *Gesundheitswesen*, 68, 161-164.
- Holden, M. K., Gill, K. M., & Magliozzi, M. R. (1986). Gait assessment for neurologically impaired patients. Standards for outcome assessment. *Phys.Ther.*, 66, 1530-1539.
- Hsieh, C. Y. & Phillips, R. B. (1990). Reliability of manual muscle testing with a computerized dynamometer. *J.Manipulative Physiol Ther.*, 13, 72-82.
- Hunt, S. M., McKenna, S. P., McEwen, J., Backett, E. M., Williams, J., & Papp, E. (1980). A quantitative approach to perceived health status: a validation study. *J.Epidemiol.Community Health*, 34, 281-286.
- Husted, J. A., Cook, R. J., Farewell, V. T., & Gladman, D. D. (2000). Methods for assessing responsiveness: a critical review and recommendations. *J.Clin.Epidemiol.*, 53, 459-468.
- Hyatt, R. H., Whitelaw, M. N., Bhat, A., Scott, S., & Maxwell, J. D. (1990). Association of muscle strength with functional status of elderly people. *Age Ageing*, 19, 330-336.
- Icks, A. (2007). Hüftfrakturen im Alter. *Rheinisches Ärzteblatt*, 12, 19-20.
- Icks, A., Haastert, B., Wildner, M., Becker, C., & Meyer, G. (2008). Trend of hip fracture incidence in Germany 1995-2004: a population-based study. *Osteoporos.Int.*, 19, 1139-1145.
- Icks, A., Haastert, B., Wildner, M., Becker, C., & Meyer, G. (2008). [Hip fracture incidence in Germany: analysis of the national hospital discharge registry 2004]. *Dtsch.Med.Wochenschr.*, 133, 125-128.
- Igl, W., Zwingmann, C., & Faller, H. (2005). Veränderungssensitivität. *Rehabilitation*, 44, 100-106.
- Iwarsson, S. (1999). The Housing Enabler: An objective tool for assessing accessibility. *British Journal of Occupational Therapy*, 62, 491-497.

- Jarnlo, G. B. (2003). Functional balance tests related to falls among elderly people living in the community. *Eur J Ger*, 7-14.
- Jensen, J. S. & Tondevold, E. (1979). Mortality after hip fractures. *Acta Orthop.Scand.*, 50, 161-167.
- Jones, C. J., Rikli, R. E., & Beam, W. C. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res.Q.Exerc.Sport*, 70, 113-119.
- Jones, G. R., Jakobi, J. M., Taylor, A. W., Petrella, R. J., & Vandervoort, A. A. (2006). Community exercise program for older adults recovering from hip fracture: a pilot study. *J Aging Phys.Act.*, 14, 439-455.
- Jordan, A. N., Jurca, G. M., Locke, C. T., Church, T. S., & Blair, S. N. (2005). Pedometer indices for weekly physical activity recommendations in postmenopausal women. *Med.Sci.Sports Exerc.*, 37, 1627-1632.
- Jorstad-Stein, E. C., Hauer, K., Becker, C., Bonnefoy, M., Nakash, R. A., Skelton, D. A. et al. (2005). Suitability of physical activity questionnaires for older adults in fall-prevention trials: a systematic review. *J.Aging Phys.Act.*, 13, 461-481.
- Kalbe, E., Kessler, J., Calabrese, P., Smith, R., Passmore, A. P., Brand, M. et al. (2004). DemTect: a new, sensitive cognitive screening test to support the diagnosis of mild cognitive impairment and early dementia. *Int.J.Geriatr.Psychiatry*, 19, 136-143.
- Kannus, P., Parkkari, J., Koskinen, S., Niemi, S., Palvanen, M., Jarvinen, M. et al. (1999). Fall-induced injuries and deaths among older adults. *JAMA*, 281, 1895-1899.
- Kannus, P., Parkkari, J., & Niemi, S. (1995). Age-adjusted incidence of hip fractures. *Lancet*, 346, 50-51.

- Kannus, P., Sievanen, H., Palvanen, M., Jarvinen, T., & Parkkari, J. (2005). Prevention of falls and consequent injuries in elderly people. *Lancet*, *366*, 1885-1893.
- Kaplan, G. A., Seeman, T. E., Cohen, R. D., Knudsen, L. P., & Guralnik, J. (1987). Mortality among the elderly in the Alameda County Study: behavioral and demographic risk factors. *Am.J.Public Health*, *77*, 307-312.
- Katzman, R., Brown, T., Fuld, P., Peck, A., Schechter, R., & Schimmel, H. (1983). Validation of a short Orientation-Memory-Concentration Test of cognitive impairment. *Am.J.Psychiatry*, *140*, 734-739.
- Keene, G. S., Parker, M. J., & Pryor, G. A. (1993). Mortality and morbidity after hip fractures. *BMJ*, *307*, 1248-1250.
- Keith, R. A., Granger, C. V., Hamilton, B. B., & Sherwin, F. S. (1987). The functional independence measure: a new tool for rehabilitation. *Adv.Clin.Rehabil.*, *1*, 6-18.
- Kesaniemi, Y. K., Danforth E Jr, Jensen, M. D., Kopelman, P. G., Lefebvre, P., & Reeder, B. A. (2001). Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med.Sci.Sports Exerc.*, *33*, S351-S358.
- King, A. C. (2001). Interventions to promote physical activity by older adults. *J Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.*, *56 Spec No 2*, 36-46.
- LaCroix, A. Z., Guralnik, J. M., Berkman, L. F., Wallace, R. B., & Satterfield, S. (1993). Maintaining mobility in late life. II. Smoking, alcohol consumption, physical activity, and body mass index. *Am.J.Epidemiol.*, *137*, 858-869.
- Lamb, S. E., Jorstad-Stein, E. C., Hauer, K., & Becker, C. (2005). Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. *J.Am.Geriatr.Soc.*, *53*, 1618-1622.

- Laporte, R. E., Montoye, H. J., & Caspersen, C. J. (1985). Assessment of physical activity in epidemiologic research: problems and prospects. *Public Health Rep.*, *100*, 131-146.
- Latham, N. K., Mehta, V., Nguyen, A. M., Jette, A. M., Olarsch, S., Papanicolaou, D. et al. (2008). Performance-based or self-report measures of physical function: which should be used in clinical trials of hip fracture patients? *Arch.Phys.Med.Rehabil.*, *89*, 2146-2155.
- Lee, I. M., Sesso, H. D., Oguma, Y., & Paffenbarger, R. S., Jr. (2004). The "weekend warrior" and risk of mortality. *Am.J.Epidemiol.*, *160*, 636-641.
- Lenze, E. J., Munin, M. C., Quear, T., Dew, M. A., Rogers, J. C., Begley, A. E. et al. (2004). Significance of poor patient participation in physical and occupational therapy for functional outcome and length of stay. *Arch.Phys.Med.Rehabil.*, *85*, 1599-1601.
- Li, F., Fisher, K. J., Bauman, A., Ory, M. G., Chodzko-Zajko, W., Harmer, P. et al. (2005). Neighborhood influences on physical activity in middle-aged and older adults: a multilevel perspective. *J Aging Phys.Act.*, *13*, 87-114.
- Lieberman, D. & Lieberman, D. (2004). Rehabilitation following hip fracture surgery: a comparative study of females and males. *Disabil.Rehabil.*, *26*, 85-90.
- Lim, I., van, W. E., Jones, D., Rochester, L., Nieuwboer, A., Willems, A. M. et al. (2010). Does cueing training improve physical activity in patients with Parkinson's disease? *Neurorehabil.Neural Repair*, *24*, 469-477.
- Lim, K. & Taylor, L. (2005). Factors associated with physical activity among older people--a population-based study. *Prev.Med.*, *40*, 33-40.
- Lindemann, U., Claus, H., Stuber, M., Augat, P., Mucbe, R., Nikolaus, T. et al. (2003). Measuring power during the sit-to-stand transfer. *Eur.J.Appl.Physiol*, *89*, 466-470.

- Lindemann, U., Muche, R., Stuber, M., Zijlstra, W., Hauer, K., & Becker, C. (2007). Coordination of strength exertion during the chair-rise movement in very old people. *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.*, 62, 636-640.
- Lindemann, U., Najafi, B., Zijlstra, W., Hauer, K., Muche, R., Becker, C. et al. (2008). Distance to achieve steady state walking speed in frail elderly persons. *Gait.Posture.*, 27, 91-96.
- Lord, S., Chastin, S. F., McInnes, L., Little, L., Briggs, P., & Rochester, L. (2011). Exploring patterns of daily physical and sedentary behaviour in community-dwelling older adults. *Age Ageing*, 40, 205-210.
- Magaziner, J., Hawkes, W., Hebel, J. R., Zimmerman, S. I., Fox, K. M., Dolan, M. et al. (2000). Recovery from hip fracture in eight areas of function. *J Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.*, 55, M498-M507.
- Magaziner, J., Simonsick, E. M., Kashner, T. M., Hebel, J. R., & Kenzora, J. E. (1990). Predictors of functional recovery one year following hospital discharge for hip fracture: a prospective study. *J.Gerontol.*, 45, M101-M107.
- Magaziner, J., Zimmerman, S. I., Gruber-Baldini, A. L., Hebel, J. R., & Fox, K. M. (1997). Proxy reporting in five areas of functional status. Comparison with self-reports and observations of performance. *Am.J Epidemiol.*, 146, 418-428.
- Mahoney, F. I. & Barthel, D. W. (1965). Functional evaluation: The Barthel Index. *Md State Med.J.*, 14, 61-65.
- Mahoney, J. E., Palta, M., Johnson, J., Jalaluddin, M., Gray, S., Park, S. et al. (2000). Temporal association between hospitalization and rate of falls after discharge. *Arch.Intern.Med.*, 160, 2788-2795.
- Maki, B. E. (1997). Gait changes in older adults: predictors of falls or indicators of fear. *J.Am.Geriatr.Soc.*, 45, 313-320.

- Manini, T. M., Everhart, J. E., Patel, K. V., Schoeller, D. A., Colbert, L. H., Visser, M. et al. (2006). Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *JAMA*, *296*, 171-179.
- Marottoli, R. A., Berkman, L. F., & Cooney, L. M., Jr. (1992). Decline in physical function following hip fracture. *J.Am.Geriatr.Soc.*, *40*, 861-866.
- Marottoli, R. A., Berkman, L. F., Leo-Summers, L., & Cooney, L. M., Jr. (1994). Predictors of mortality and institutionalization after hip fracture: the New Haven EPESE cohort. Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly. *Am.J Public Health*, *84*, 1807-1812.
- Matthews, C. E., Jurj, A. L., Shu, X. O., Li, H. L., Yang, G., Li, Q. et al. (2007). Influence of exercise, walking, cycling, and overall nonexercise physical activity on mortality in Chinese women. *Am.J Epidemiol.*, *165*, 1343-1350.
- Menz, H. B., Latt, M. D., Tiedemann, A., Mun San, K. M., & Lord, S. R. (2004). Reliability of the GAITRite walkway system for the quantification of temporo-spatial parameters of gait in young and older people. *Gait.Posture.*, *20*, 20-25.
- Michael, K. M., Allen, J. K., & Macko, R. F. (2005). Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait, and cardiovascular fitness. *Arch.Phys.Med.Rehabil.*, *86*, 1552-1556.
- Morlock, M., Schneider, E., Bluhm, A., Vollmer, M., Bergmann, G., Muller, V. et al. (2001). Duration and frequency of every day activities in total hip patients. *J.Biomech.*, *34*, 873-881.
- Mudge, S. & Stott, N. S. (2009). Timed walking tests correlate with daily step activity in persons with stroke. *Arch.Phys.Med.Rehabil.*, *90*, 296-301.
- Murphy, S. L. (2009). Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: Considerations for research design and conduct. *Preventive Medicine*, *48*, 108-114.

- Myers, A. H., Robinson, E. G., Van Natta, M. L., Michelson, J. D., Collins, K., & Baker, S. P. (1991). Hip fractures among the elderly: factors associated with in-hospital mortality. *Am.J.Epidemiol.*, *134*, 1128-1137.
- Najafi, B., Aminian, K., Paraschiv-Ionescu, A., Loew, F., Bula, C. J., & Robert, P. (2003). Ambulatory system for human motion analysis using a kinematic sensor: monitoring of daily physical activity in the elderly. *IEEE Trans.Biomed.Eng.*, *50*, 711-723.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C. et al. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med.Sci.Sports Exerc.*, *39*, 1435-1445.
- Nicolai, S., Benzinger, P., Skelton, D. A., Aminian, K., Becker, C., & Lindemann, U. (2010). Day-to-day variability of physical activity of older adults living in the community. *J.Aging Phys.Act.*, *18*, 75-86.
- Norton, R., Butler, M., Robinson, E., Lee-Joe, T., & Campbell, A. J. (2000). Declines in physical functioning attributable to hip fracture among older people: a follow-up study of case-control participants. *Disabil.Rehabil.*, *22*, 345-351.
- Oliver, D., Britton, M., Seed, P., Martin, F. C., & Hopper, A. H. (1997). Development and evaluation of evidence based risk assessment tool (STRATIFY) to predict which elderly inpatients will fall: case-control and cohort studies. *BMJ*, *315*, 1049-1053.
- Paraschiv-Ionescu, A., Buchser, E. E., Rutschmann, B., Najafi, B., & Aminian, K. (2004). Ambulatory system for the quantitative and qualitative analysis of gait and posture in chronic pain patients treated with spinal cord stimulation. *Gait.Posture.*, *20*, 113-125.
- Parker, M. J. & Palmer, C. R. (1995). Prediction of rehabilitation after hip fracture. *Age Ageing*, *24*, 96-98.

- Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Bouchard, C. et al. (1995). Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*, 273, 402-407.
- Paterson, D. H. & Warburton, D. E. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *Int.J.Behav.Nutr.Phys.Act.*, 7, 38.
- Patterson, F., Blair, V., Currie, A., & Reid, W. (2005). An investigation into activity levels of older people on a rehabilitation ward: an observational study. *Physiotherapy*, 91, 28-34.
- Penrod, J. D., Litke, A., Hawkes, W. G., Magaziner, J., Koval, K. J., Doucette, J. T. et al. (2007). Heterogeneity in hip fracture patients: age, functional status, and comorbidity. *J Am.Geriatr.Soc.*, 55, 407-413.
- Perenboom, R. J. & Chorus, A. M. (2003). Measuring participation according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). *Disabil.Rehabil.*, 25, 577-587.
- Perry, J. (1992). *Gait analysis: normal and pathological function*. Monterey, CA: Slack Inc.
- Phillips, P. (1986). Grip strength, mental performance and nutritional status as indicators of mortality risk among female geriatric patients. *Age Ageing*, 15, 53-56.
- Podsiadlo, D. & Richardson, S. (1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J.Am.Geriatr.Soc.*, 39, 142-148.
- Powell, K. E., Thompson, P. D., Caspersen, C. J., & Kendrick, J. S. (1987). Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Annu.Rev.Public Health*, 8, 253-287.

- Rantakokko, M., Iwarsson, S., Hirvensalo, M., Leinonen, R., Heikkinen, E., & Rantanen, T. (2010). Unmet physical activity need in old age. *J.Am.Geriatr.Soc.*, 58, 707-712.
- Rikli, R. E. (2000). Reliability, validity, and methodological issues in assessing physical activity in older adults. *Res.Q.Exerc.Sport*, 71, S89-S96.
- Rockwood, K., Awalt, E., Carver, D., & MacKnight, C. (2000). Feasibility and measurement properties of the functional reach and the timed up and go tests in the Canadian study of health and aging. *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.*, 55, M70-M73.
- Rossier, P. & Wade, D. T. (2001). Validity and reliability comparison of 4 mobility measures in patients presenting with neurologic impairment. *Arch.Phys.Med.Rehabil.*, 82, 9-13.
- Rubenstein, L. Z., Harker, J. O., Salva, A., Guigoz, Y., & Vellas, B. (2001). Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF). *J.Gerontol.A Biol.Sci.Med.Sci.*, 56, M366-M372.
- Sainsbury, A., Seebass, G., Bansal, A., & Young, J. B. (2005). Reliability of the Barthel Index when used with older people. *Age Ageing*, 34, 228-232.
- Salarian, A., Russmann, H., Vingerhoets, F. J., Burkhard, P. R., & Aminian, K. (2007). Ambulatory monitoring of physical activities in patients with Parkinson's disease. *IEEE Trans.Biomed.Eng*, 54, 2296-2299.
- Salguero, A., Martinez-Garcia, R., Molinero, O., & Marquez, S. (2010). Physical activity, quality of life and symptoms of depression in community-dwelling and institutionalized older adults. *Arch.Gerontol.Geriatr.*
- Salpakoski, A., Portegijs, E., Kallinen, M., Sihvonen, S., Kiviranta, I., Alen, M. et al. (2011). Physical inactivity and pain in older men and women with hip fracture history. *Gerontology*, 57, 19-27.

- Salter, K., Jutai, J. W., Teasell, R., Foley, N. C., Bitensky, J., & Bayley, M. (2005). Issues for selection of outcome measures in stroke rehabilitation: ICF Participation. *Disabil.Rehabil.*, *27*, 507-528.
- Salter, K. L., Foley, N. C., Jutai, J. W., & Teasell, R. W. (2007). Assessment of participation outcomes in randomized controlled trials of stroke rehabilitation interventions. *Int.J.Rehabil.Res.*, *30*, 339-342.
- Sattin, R. W., Lambert Huber, D. A., DeVito, C. A., Rodriguez, J. G., Ros, A., Bacchelli, S. et al. (1990). The incidence of fall injury events among the elderly in a defined population. *Am.J.Epidemiol.*, *131*, 1028-1037.
- Schwenk, M., Schmidt, M., Pfisterer, M., Oster, P., & Hauer, K. (2011). Rollator use adversely impacts on assessment of gait and mobility during geriatric rehabilitation. *J Rehabil.Med.*, *43*, 424-429.
- Sherrington, C., Whitney, J. C., Lord, S. R., Herbert, R. D., Cumming, R. G., & Close, J. C. (2008). Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J.Am.Geriatr.Soc.*, *56*, 2234-2243.
- Shumaker, S. A., Wyman, J. F., Uebersax, J. S., McClish, D., & Fantl, J. A. (1994). Health-related quality of life measures for women with urinary incontinence: the Incontinence Impact Questionnaire and the Urogenital Distress Inventory. Continence Program in Women (CPW) Research Group. *Qual.Life Res.*, *3*, 291-306.
- Shumway-Cook, A., Patla, A. E., Stewart, A., Ferrucci, L., Ciol, M. A., & Guralnik, J. M. (2002). Environmental demands associated with community mobility in older adults with and without mobility disabilities. *Phys.Ther.*, *82*, 670-681.
- Simonsick, E. M., Lafferty, M. E., Phillips, C. L., Mendes de Leon, C. F., Kasl, S. V., Seeman, T. E. et al. (1993). Risk due to inactivity in physically capable older adults. *Am.J.Public Health*, *83*, 1443-1450.
- Skelton, D. A. & Todd, C. (2004). *What are the main risk factors for falls amongst older people and what are the most effective interventions to prevent these*

*falls? How should interventions to prevent falls be implemented?*  
Copenhagen, Denmark: World Health Organization.

Smith, E. L. & Raab, D. M. (1986). Osteoporosis and physical activity. *Acta Med.Scand.Suppl*, 711, 149-156.

Smith, P., Galea, M., Woodward, M., Said, C., & Dorevitch, M. (2008). Physical activity by elderly patients undergoing inpatient rehabilitation is low: an observational study. *Aust.J.Physiother.*, 54, 209-213.

Sorock, G. S., Bush, T. L., Golden, A. L., Fried, L. P., Breuer, B., & Hale, W. E. (1988). Physical activity and fracture risk in a free-living elderly cohort. *J.Gerontol.*, 43, M134-M139.

Statistisches Bundesamt (2008). Anzahl der Sterbefälle nach proximaler Femurfraktur. Retrieved, 18-2-2010 from [http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/WS0100/XWD\\_FORMPROC?TARGET=&PAGE=\\_XWD\\_398&OPINDEX=1&HANDLER=xs\\_rotate\\_neu&DATACUBE=\\_XWD\\_424&OPERATOR=SWAP&DIM1=D.046&DIM2=D.946](http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/WS0100/XWD_FORMPROC?TARGET=&PAGE=_XWD_398&OPINDEX=1&HANDLER=xs_rotate_neu&DATACUBE=_XWD_424&OPERATOR=SWAP&DIM1=D.046&DIM2=D.946)

Stenvall, M., Olofsson, B., Nyberg, L., Lundstrom, M., & Gustafson, Y. (2007). Improved performance in activities of daily living and mobility after a multidisciplinary postoperative rehabilitation in older people with femoral neck fracture: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *J.Rehabil.Med.*, 39, 232-238.

Stessman, J., Hammerman-Rozenberg, R., Cohen, A., Ein-Mor, E., & Jacobs, J. M. (2009). Physical activity, function, and longevity among the very old. *Arch.Intern.Med.*, 169, 1476-1483.

Stevens, M., Wagenmakers, R., Groothoff, J. W., Bulstra, S. K., van, d. A.-S., I, & Zijlstra, W. (2007). Physical activity behavior after total hip arthroplasty (THA): a prediction based on patient characteristics. *Patient.Educ.Couns.*, 69, 196-199.

- Strath, S., Isaacs, R., & Greenwald, M. J. (2007). Operationalizing environmental indicators for physical activity in older adults. *J.Aging Phys.Act.*, *15*, 412-424.
- Talkowski, J. B., Lenze, E. J., Munin, M. C., Harrison, C., & Brach, J. S. (2009). Patient participation and physical activity during rehabilitation and future functional outcomes in patients after hip fracture. *Arch.Phys.Med.Rehabil.*, *90*, 618-622.
- Teychenne, M., Ball, K., & Salmon, J. (2008). Physical activity and likelihood of depression in adults: a review. *Prev.Med.*, *46*, 397-411.
- Thonnard, J. L. & Penta, M. (2007). Functional assessment in physiotherapy. A literature review. *Eura.Medicophys.*, *43*, 525-541.
- Tideiksaar, R. (2000). *Stürze und Sturzprävention: Assessment - Prävention - Management*. Bern: Hans Huber.
- Tinetti, M. E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J.Am.Geriatr.Soc.*, *34*, 119-126.
- Tinetti, M. E., Speechley, M., & Ginter, S. F. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N.Engl.J.Med.*, *319*, 1701-1707.
- Trost, S. G., McIver, K. L., & Pate, R. R. (2005). Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med.Sci.Sports Exerc.*, *37*, S531-S543.
- Tudor-Locke, C., Burkett, L., Reis, J. P., Ainsworth, B. E., Macera, C. A., & Wilson, D. K. (2005). How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? *Prev.Med.*, *40*, 293-298.
- U.S.Congress, O. o. T. A. (1994). *Hip Fracture Outcomes in People Age 50 and Over - Background Paper* (Rep. No. OTA-BP-H-120). Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- U.S.Department of Health and Human Services (2008). *2008 Physical Activity Guidelines for Americans*. Healthier US.GOV.

- van der Sluijs, J. A. & Walenkamp, G. H. (1991). How predictable is rehabilitation after hip fracture? A prospective study of 134 patients. *Acta Orthop.Scand.*, 62, 567-572.
- van Poppel, M. N., Chinapaw, M. J., Mokkink, L. B., van, M. W., & Terwee, C. B. (2010). Physical activity questionnaires for adults: a systematic review of measurement properties. *Sports Med.*, 40, 565-600.
- Wade, D. T. (2003). Outcome measures for clinical rehabilitation trials: impairment, function, quality of life, or value? *Am.J.Phys.Med.Rehabil.*, 82, S26-S31.
- Wade, D. T. & Vergis, E. (1999). The Short Orientation-Memory-Concentration Test: a study of its reliability and validity. *Clin.Rehabil.*, 13, 164-170.
- Wagenmakers, R., Stevens, M., Zijlstra, W., Jacobs, M. L., van, d. A.-S., I, Groothoff, J. W. et al. (2008). Habitual physical activity behavior of patients after primary total hip arthroplasty. *Phys.Ther.*, 88, 1039-1048.
- Wancata, J., Alexandrowicz, R., Marquart, B., Weiss, M., & Friedrich, F. (2006). The criterion validity of the Geriatric Depression Scale: a systematic review. *Acta Psychiatr.Scand.*, 114, 398-410.
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ.*, 174, 801-809.
- Washburn, R. A. (2000). Assessment of physical activity in older adults. *Res.Q.Exerc.Sport*, 71, S79-S88.
- Washburn, R. A., Jette, A. M., & Janney, C. A. (1990). Using Age-Neutral Physical Activity Questionnaires in Research with the Elderly. *J.Aging Health*, 2, 341-356.
- Webber, S. C. & Porter, M. M. (2009). Monitoring mobility in older adults using global positioning system (GPS) watches and accelerometers: a feasibility study. *J.Aging Phys.Act.*, 17, 455-467.

- Wells, J. L., Seabrook, J. A., Stolee, P., Borrie, M. J., & Knoefel, F. (2003). State of the art in geriatric rehabilitation. Part I: review of frailty and comprehensive geriatric assessment. *Arch.Phys.Med.Rehabil.*, *84*, 890-897.
- Wendel-Vos, G. C., Schuit, A. J., Saris, W. H., & Kromhout, D. (2003). Reproducibility and relative validity of the short questionnaire to assess health-enhancing physical activity. *J Clin.Epidemiol.*, *56*, 1163-1169.
- Weyler, E. J. & Gandjour, A. (2007). [Socioeconomic burden of hip fractures in Germany]. *Gesundheitswesen*, *69*, 601-606.
- White, D. K., Wagenaar, R. C., Del Olmo, M. E., & Ellis, T. D. (2007). Test-retest reliability of 24 hours of activity monitoring in individuals with Parkinson's disease in home and community. *Neurorehabil.Neural Repair*, *21*, 327-340.
- World Health Organization (2005). Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit.
- World Health Organization (2010). *Global recommendations on physical activity for health* Switzerland: WHO Press.
- World Health Organization (2011). Definition of Physical Acitivity. Retrieved, 11-1-2011 from [http://www.who.int/topics/physical\\_activity/en/](http://www.who.int/topics/physical_activity/en/)
- Yardley, L., Beyer, N., Hauer, K., Kempen, G., Piot-Ziegler, C., & Todd, C. (2005). Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age Ageing*, *34*, 614-619.
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M. et al. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J.Psychiatr.Res.*, *17*, 37-49.
- Yusuf, H. R., Croft, J. B., Giles, W. H., Anda, R. F., Casper, M. L., Caspersen, C. J. et al. (1996). Leisure-time physical activity among older adults. United States, 1990. *Arch.Intern.Med.*, *156*, 1321-1326.
- Zennek, H.-U. & Lübke, N. (2009). *Darstellung und Aussagekraft der in der Geriatrie gebräuchlichen Assessmentinstrumente unter besonderer*

*Berücksichtigung ihrer Bedeutung für Zuordnungsentscheidungen in geriatrische Versorgungsstrukturen nach §39 und §40 SGB V (Rep. No. KCG: 0203-2004).* Hamburg: Kompetenz-Centrum Geriatrie.

Zijlstra, W. & Aminian, K. (2007). Mobility assessment in older people: new possibilities and challenges. *Eur J Ageing*, 4, 3-12.

Zuckerman, J. D., Koval, K. J., Aharonoff, G. B., Hiebert, R., & Skovron, M. L. (2000). A functional recovery score for elderly hip fracture patients: I. Development. *J Orthop.Trauma*, 14, 20-25.



## 8 Anhang

### Anhangsverzeichnis

Anhang I-1: Einteilung der Therapien der verschiedenen Bereiche (Physiotherapie, Ergotherapie und Sonstige) in „aktiv“ und „passiv“.....	234
Anhang I-2: Abweichende Zeitintervalle bei der Auswertung der körperlichen Aktivität.....	235
Anhang I-3: Imputierte Auswertungen der körperlichen Aktivität.....	235
Anhang II-1: Ergebnisse des exakten Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Subgruppenunterschieden bezüglich Geh <sub>kum</sub> und Uptime zu T <sub>1</sub> und T <sub>2</sub> .....	236
Anhang II-2: Ergebnisse des exakten Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Subgruppenunterschieden bezüglich Epi <sub>länge</sub> zu T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> und T <sub>FU</sub> .....	237
Anhang II-3: Ergebnisse des exakten Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Subgruppenunterschieden bezüglich Geh <sub>max</sub> zu T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> und T <sub>FU</sub> .....	238
Anhang II-4: Ergebnisse des exakten Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Subgruppenunterschieden bezüglich Epi <sub>anzahl</sub> zu T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> und T <sub>FU</sub> .....	239
Anhang II-5: Deskription aller in der Studie verwendeten funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierte Parameter zu T <sub>1</sub> für die Gesamtgruppe.....	240
Anhang II-6: Deskription aller in der Studie verwendeten funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierte Parameter zu T <sub>2</sub> für die Gesamtgruppe.....	241
Anhang II-7: Ergebnisse der einfachen linearen Regression zwischen den Parametern der körperlichen Aktivität (abh. Variable) und den Arten der Therapieeinheiten.....	242
Anhang II-8: Ergebnisse der einfachen linearen Regression zwischen den Parametern der körperlichen Aktivität (abh. Variable) und Parameter der funktionellen Messverfahren.....	243
Anhang II-9: Ergebnisse der einfachen linearen Regression zwischen den Parametern der körperlichen Aktivität (abh. Variable) und Parameter der biomechanischen Messverfahren.....	244
Anhang II-10: Ergebnisse der einfachen linearen Regression zwischen den Parametern der körperlichen Aktivität (abh. Variable) und fragebogenbasierten Parametern..	246
Anhang III-1: Veranschaulichung des heterogenen Verlaufs der Geh <sub>kum</sub> zwischen T <sub>2</sub> und T <sub>FU</sub> für die Gesamtgruppe.....	247

## I Anhänge des Methodenteils

*Anhang I-1: Einteilung der Therapien der verschiedenen Bereiche (Physiotherapie, Ergotherapie und Sonstige) in „aktiv“ und „passiv“.*

	<b>Aktiv</b>	<b>Passiv</b>
<b>Physiotherapie</b>	Einzeltherapie	Qi-Gong (Gruppe Mo Mi Fr)
	Laufbandtraining (einzeln)	Koordinationstraining (Gruppe)
	Gangschule (Gruppe)	Gerätetraining (Gruppe)
	Gleichgewichtstraining (Gruppe)	Kreislauftraining (Gruppe)
	Qi-Gong (Gruppe Di Do)	Kardiotraining (Gruppe)
	Balancetraining (Gruppe)	Atemtherapie (Gruppe)
	Barrentraining (Gruppe)	Sitztanz (Gruppe)
	Krafttraining (Gruppe)	Motomed (einzeln)
	Hüfttraining (Gruppe) Fitgruppe	Bewegungsschiene (einzeln)
<b>Ergotherapie</b>	Einzeltherapie	Demenztraining (Gruppe)
	Hilfsmittel (einzeln)	Vital (Gruppe)
		Herz vital (Gruppe)
		Hilfsmittel (Gruppe)
		Kunsttherapie (Gruppe)
<b>Sonstige</b>	allgemeine Mobilisation (einzeln)	Massage (einzeln)

*Anhang I-2: Abweichende Zeitintervalle bei der Auswertung der körperlichen Aktivität.*

<b>ID</b>	<b>Messzeit T<sub>1</sub></b>	<b>Messzeit T<sub>2</sub></b>	<b>Ausgewertetes Intervall T<sub>1</sub> &amp; T<sub>2</sub></b>
<b>002</b>	8:25-19:12	9:36-19:30	9:36-18:36
<b>004</b>	8:40-18:15	8:21-17:45	8:45-17:45
<b>015</b>	9:13-19:25	8:51-20:00	9:13-18:13
<b>018</b>	8:49-18:30	9:04-18:20	9:04-18:04
<b>024</b>	8:33-19:15	9:08-19:45	9:08-18:08
<b>045</b>	8:47-20:00	9:31-18:45	9:31-18:31
<b>048</b>	8:41-19:30	9:27-20:35	9:27-18:27
<b>066</b>	9:03-19:25	8:37-19:29	9:03-18:03
<b>115</b>	9:28-19:20	9:02-19:16	9:28-18:28
<b>120</b>	9:10-19:00	9:15-18:45	9:15-18:15
<b>125</b>	9:02-18:45	8:49-19:00	9:02-18:02

*Anhang I-3: Imputierte Auswertungen der körperlichen Aktivität.*

<b>ID</b>	<b>Messzeit T<sub>1</sub></b>	<b>Imputierung T<sub>1</sub></b>	<b>Messzeit T<sub>2</sub></b>	<b>Imputierung T<sub>2</sub></b>	<b>Ausgewertetes Intervall T<sub>1</sub> &amp; T<sub>2</sub></b>
<b>001</b>	8:30-19:15	-	10:16-18:40	ja	9:40-18:40
<b>013</b>	9:00-18:00	-	9:16-18:10	ja	9:10-18:10*
<b>042</b>	8:39-19:41	-	8:41-17:10	ja	8:41-17:41
<b>114</b>	8:48-20:07	-	8:58-17:15	ja	8:58-17:58
<b>140</b>	8:35-16:30	ja	8:10-18:00	-	8:35-17:35

\* fehlende Überschneidung von 10 min

## II Anhänge des Ergebnisteils

Anhang II-1: Ergebnisse des exakten Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Subgruppenunterschieden bezüglich  $Geh_{kum}$  und  $Uptime$  zu  $T_1$  und  $T_2$ .

<b>SG1/SG2</b>	<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>1</sub></b>	<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>2</sub></b>	<b>Uptime T<sub>1</sub></b>	<b>Uptime T<sub>2</sub></b>
<b>Mann-Whitney-U</b>	,000	94,000	88,000	164,000
<b>Z</b>	-5,681	-3,474	-3,615	-1,831
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,001	,000	,067
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000	,000	,069

<b>SG1/SG3</b>	<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>1</sub></b>	<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>2</sub></b>	<b>Uptime T<sub>1</sub></b>	<b>Uptime T<sub>2</sub></b>
<b>Mann-Whitney-U</b>	,000	28,000	19,000	78,000
<b>Z</b>	-5,613	-4,932	-5,151	-3,717
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000	,000	,000
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000	,000	,000

<b>SG2/SG3</b>	<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>1</sub></b>	<b>Geh<sub>kum</sub> T<sub>2</sub></b>	<b>Uptime T<sub>1</sub></b>	<b>Uptime T<sub>2</sub></b>
<b>Mann-Whitney-U</b>	,000	56,000	68,000	128,000
<b>Z</b>	-5,612	-4,252	-3,960	-2,503
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000	,000	,012
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000	,000	,012

Anhang II-2: Ergebnisse des exakten Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Subgruppenunterschieden bezüglich Epi<sub>länge</sub> zu  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_{FU}$ .

<b>SG1/SG2</b>	<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>1</sub></b>	<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>2</sub></b>	<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>FU</sub></b>
<b>Mann-Whitney-U</b>	84,000	107,000	69,500
<b>Z</b>	-3,709	-3,169	-,675
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,002	,500
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,001	,515

<b>SG1/SG3</b>	<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>1</sub></b>	<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>2</sub></b>	<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>FU</sub></b>
<b>Mann-Whitney-U</b>	12,000	50,000	37,000
<b>Z</b>	-5,321	-4,398	-1,999
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000	,046
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000	,047

<b>SG2/SG3</b>	<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>1</sub></b>	<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>2</sub></b>	<b>Epi<sub>länge</sub> T<sub>FU</sub></b>
<b>Mann-Whitney-U</b>	85,000	134,000	34,000
<b>Z</b>	-3,535	-2,357	-2,925
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,018	,003
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,018	,003

Anhang II-3: Ergebnisse des exakten Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Subgruppenunterschieden bezüglich  $Geh_{max}$  zu  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_{FU}$ .

SG1/SG2	$Geh_{max}$ $T_1$	$Geh_{max}$ $T_2$	$Geh_{max}$ $T_{FU}$
<b>Mann-Whitney-U</b>	46,500	100,500	63,000
<b>Z</b>	-4,591	-3,323	-1,012
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,001	,311
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,001	,324

SG1/SG3	$Geh_{max}$ $T_1$	$Geh_{max}$ $T_2$	$Geh_{max}$ $T_{FU}$
<b>Mann-Whitney-U</b>	1,000	40,000	37,500
<b>Z</b>	-5,590	-4,643	-1,970
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000	,049
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000	,049

SG2/SG3	$Geh_{max}$ $T_1$	$Geh_{max}$ $T_2$	$Geh_{max}$ $T_{FU}$
<b>Mann-Whitney-U</b>	44,500	101,500	28,500
<b>Z</b>	-4,533	-3,147	-3,180
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,002	,001
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,001	,001

Anhang II-4: Ergebnisse des exakten Mann-Whitney-U-Tests zur Überprüfung von Subgruppenunterschieden bezüglich  $Epi_{anzahl}$  zu  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_{FU}$ .

<b>SG1/SG2</b>	<b><math>Epi_{anzahl}</math> <math>T_1</math></b>	<b><math>Epi_{anzahl}</math> <math>T_2</math></b>
<b>Mann-Whitney-U</b>	12,500	105,000
<b>Z</b>	-5,388	-3,218
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,001
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,001

<b>SG1/SG3</b>	<b><math>Epi_{anzahl}</math> <math>T_1</math></b>	<b><math>Epi_{anzahl}</math> <math>T_2</math></b>
<b>Mann-Whitney-U</b>	4,500	31,000
<b>Z</b>	-5,504	-4,860
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000

<b>SG2/SG3</b>	<b><math>Epi_{anzahl}</math> <math>T_1</math></b>	<b><math>Epi_{anzahl}</math> <math>T_2</math></b>
<b>Mann-Whitney-U</b>	49,000	59,000
<b>Z</b>	-4,423	-4,181
<b>Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000
<b>Ex. Sig. (2-seitig)</b>	,000	,000

*Anhang II-5: Deskription aller in der Studie verwendeten funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierte Parameter zu T<sub>1</sub> für die Gesamtgruppe.*

<b>T<sub>1</sub></b>	<b>n</b>	<b>med</b>	<b>MQA</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>GG<sub>st</sub> [s]</b>	65	22,50	5,53	0,00	40,00
<b>V<sub>hab</sub> [m/s]</b>	54	0,34	0,10	0,09	0,83
<b>5CR [s]</b>	53	38,50	10,78	17,41	96,61
<b>SPPB [Score]</b>	65	7	1,75	0	12
<b>TUG [s]</b>	45	35,11	11,61	15,67	87,02
<b>2MWT [m]</b>	47	51,70	14,3	19,20	101,70
<b>GA<sub>ssdiff</sub> [%]</b>	44	4,99	1,80	1,00	16,60
<b>PC<sub>Fmax</sub> [N]</b>	52	631	70,5	422	968
<b>PC<sub>dyn</sub> [s]</b>	52	2,50	0,83	0,89	6,08
<b>PC<sub>diff</sub> [N]</b>	52	115	64,88	1	579
<b>Sym<sub>diff</sub> [N]</b>	60	85,50	43	4	380
<b>Bel<sub>diff</sub> [N]</b>	56	84	43,125	0	259
<b>HK<sub>diff</sub> [kg]</b>	65	2,50	1,46	0,00	23,33
<b>BK<sub>diff</sub> [Nm]</b>	65	10,03	7,24	0,00	53,41
<b>BI [Score]</b>	65	55	10	15	90
<b>RMI [Score]</b>	65	7	1,5	0	14
<b>EQ [Score]</b>	65	0,38	0,26	-0,20	0,81
<b>WOMAC [Score]</b>	65	17	6,5	0	42
<b>FES-I [Score]</b>	65	42	8,5	18	64
<b>GDS [Score]</b>	65	3	2,5	0	13

*Anhang II-6: Deskription aller in der Studie verwendeten funktionellen, biomechanischen und fragebogenbasierte Parameter zu T<sub>2</sub> für die Gesamtgruppe.*

<b>T<sub>2</sub></b>	<b>n</b>	<b>med</b>	<b>MQA</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>GG<sub>st</sub> [s]</b>	65	28,03	6,86	0,00	40,00
<b>V<sub>hab</sub> [m/s]</b>	59	0,50	0,11	0,16	0,97
<b>5CR [s]</b>	59	27,80	8,37	12,34	78,64
<b>SPPB</b>	65	9	2	0	12
<b>TUG [s]</b>	57	26,09	7,82	12,05	69,52
<b>2MWT [m]</b>	56	68,30	17,35	28,4	126,2
<b>GA<sub>ssdiff</sub> [%]</b>	44	3,87	2,14	0,57	11,38
<b>PC<sub>Fmax</sub> [N]</b>	61	637	71	392	958
<b>PC<sub>dyn</sub> [s]</b>	61	2,00	0,46	0,92	6,63
<b>PC<sub>diff</sub> [N]</b>	61	96	71,75	3	392
<b>Sym<sub>diff</sub> [N]</b>	62	61,00	52,25	0,00	569,00
<b>Bel<sub>diff</sub> [N]</b>	61	61	37,5	0	249
<b>HK<sub>diff</sub> [kg]</b>	65	2,33	1,46	0,00	23,33
<b>BK<sub>diff</sub> [Nm]</b>	65	9,13	7,19	0,05	38,59
<b>BI [Score]</b>	65	75	10	30	100
<b>RMI [Score]</b>	65	8	1,5	2	14
<b>EQ [Score]</b>	65	0,47	0,31	-0,05	1,00
<b>WOMAC [Score]</b>	65	12	6,5	0	42
<b>FES-I [Score]</b>	65	39	9,5	18	61

*Anhang II-7: Ergebnisse der einfachen linearen Regression zwischen den Parametern der körperlichen Aktivität (abh. Variable) und den Arten der Therapieeinheiten.*

Abhängige Variable: Geh<sub>kum</sub>

UV	n	Erklärte Varianz	B	Standard. B	CI Low	CI Upper	Sig.
Th <sub>aktiv</sub> T <sub>1</sub>	65	2,4%	2,692	,153	-1,673	7,056	,222
Th <sub>aktiv</sub> T <sub>2</sub>	65	17,7%	7,885	,421	3,603	12,167	,000*
Th <sub>passiv</sub> T <sub>1</sub>	65	15,8%	5,573	,398	2,337	8,810	,001*
Th <sub>passiv</sub> T <sub>2</sub>	65	1,4%	2,445	,118	-2,718	7,608	,348
Th <sub>gesamt</sub> T <sub>1</sub>	65	16,9%	4,547	,411	2,007	7,087	,001*
Th <sub>gesamt</sub> T <sub>2</sub>	65	13,8%	4,896	,371	1,814	7,978	,002*

\* signifikant

Abhängige Variable: Uptime

UV	n	Erklärte Varianz	B	Standard. B	CI Low	CI Upper	Sig.
Th <sub>aktiv</sub> T <sub>1</sub>	65	4,0%	10,954	,200	-2,582	24,491	,111
Th <sub>aktiv</sub> T <sub>2</sub>	65	23,2%	21,227	,482	11,505	30,948	,000*
Th <sub>passiv</sub> T <sub>1</sub>	65	10,1%	13,933	,318	3,472	24,395	,010*
Th <sub>passiv</sub> T <sub>2</sub>	65	2,5%	7,693	,158	-4,374	19,760	,207
Th <sub>gesamt</sub> T <sub>1</sub>	65	14,2%	13,048	,377	4,977	21,118	,002*
Th <sub>gesamt</sub> T <sub>2</sub>	65	19,4%	13,634	,440	6,627	20,640	,000*

\* signifikant

Anhang II-8: Ergebnisse der einfachen linearen Regression zwischen den Parametern der körperlichen Aktivität (abh. Variable) und Parameter der funktionellen Messverfahren.

Abhängige Variable: Geh<sub>kum</sub>

UV	n	Erklärte Varianz	B	Standard. B	CI Low	CI Upper	Sig.
GG <sub>st</sub> T <sub>1</sub>	65	18,5%	,622	,430	,293	,951	,000*
GG <sub>st</sub> T <sub>2</sub>	65	10,3%	,620	,322	,160	1,079	,009*
V <sub>hab</sub> T <sub>1</sub>	54	29,5%	53,557	,544	30,541	76,572	,000*
V <sub>hab</sub> T <sub>2</sub>	59	38,1%	66,637	,617	44,106	89,168	,000*
5CR T <sub>1</sub>	53	18,2%	-,426	-,427	-,679	-,172	,001*
5CR T <sub>2</sub>	59	21,2%	-,638	-,460	-,965	-,311	,000*
SPPB T <sub>1</sub>	65	39,1%	3,010	,626	2,065	3,954	,000*
SPPB T <sub>2</sub>	65	31,2%	3,644	,558	2,281	5,007	,000*
TUG T <sub>1</sub>	45	27,2%	-,525	-,522	-,789	-,261	,000*
TUG T <sub>2</sub>	57	29,7%	-,844	-,545	-1,194	-,493	,000*
2MWT T <sub>1</sub>	47	31,1%	,450	,558	,249	,651	,000*
2MWT T <sub>2</sub>	56	37,1%	,474	,609	,305	,643	,000*

\* signifikant

Abhängige Variable: Uptime

UV	n	Erklärte Varianz	B	Standard. B	CI Low	CI Upper	Sig.
GG <sub>st</sub> T <sub>1</sub>	65	16,3%	1,826	,404	,784	2,868	,001*
GG <sub>st</sub> T <sub>2</sub>	65	3,0%	,788	,174	-,335	1,911	,166
V <sub>hab</sub> T <sub>1</sub>	54	31,4%	171,783	,561	101,169	242,396	,000*
V <sub>hab</sub> T <sub>2</sub>	59	24,1%	117,072	,491	61,995	172,149	,000*
5CR T <sub>1</sub>	53	18,8%	-1,292	-,433	-2,048	-,537	,001*
5CR T <sub>2</sub>	59	18,6%	-1,337	-,431	-2,080	-,595	,001*
SPPB T <sub>1</sub>	65	30,7%	8,341	,554	5,188	11,493	,000*
SPPB T <sub>2</sub>	65	27,7%	8,076	,526	4,792	11,359	,000*
TUG T <sub>1</sub>	45	28,1%	-1,497	-,530	-2,234	-,760	,000*
TUG T <sub>2</sub>	57	26,9%	-1,775	-,519	-2,565	-,984	,000
2MWT T <sub>1</sub>	47	31,6%	1,389	,562	,776	2,002	,000*
2MWT T <sub>2</sub>	56	22,3%	,812	,472	,398	1,225	,000*

\* signifikant

*Anhang II-9: Ergebnisse der einfachen linearen Regression zwischen den Parametern der körperlichen Aktivität (abh. Variable) und Parameter der biomechanischen Messverfahren.*

Abhängige Variable: Geh<sub>kum</sub>

UV	n	Erklärte Varianz	B	Standard. B	CI Low	CI Upper	Sig.
<b>GA<sub>ssdiff</sub> T<sub>1</sub></b>	44	17,6%	-2,255	-,420	-3,773	-,737	,005*
<b>GA<sub>ssdiff</sub> T<sub>2</sub></b>	44	10,1%	-2,332	-,317	-4,503	-,160	,036*
<b>PC<sub>Fmax</sub> T<sub>1</sub></b>	52	0,1%	,005	,035	-,032	,041	,805
<b>PC<sub>Fmax</sub> T<sub>2</sub></b>	61	1,4%	,021	,120	-,024	,066	,359
<b>PC<sub>dyn</sub> T<sub>1</sub></b>	52	11,2%	-3,822	-,335	-6,879	-,765	,015*
<b>PC<sub>dyn</sub> T<sub>2</sub></b>	61	3,5%	-3,135	-,188	-7,409	1,138	,147
<b>PC<sub>diff</sub> T<sub>1</sub></b>	52	0,6%	-,011	-,077	-,049	,028	,586
<b>PC<sub>diff</sub> T<sub>2</sub></b>	61	3,0%	-,044	-,214	-,096	,008	,098
<b>Sym<sub>diff</sub> T<sub>1</sub></b>	60	3,3%	-,031	-,183	-,076	,013	,163
<b>Sym<sub>diff</sub> T<sub>2</sub></b>	62	0,2%	-,008	-,041	-,060	,043	,750
<b>Bel<sub>diff</sub> T<sub>1</sub></b>	56	6,2%	-,060	-,250	-,123	,003	,063
<b>Bel<sub>diff</sub> T<sub>2</sub></b>	61	8,2%	-,114	-,312	-,204	-,024	,014*
<b>HK<sub>diff</sub> T<sub>1</sub></b>	65	0,3%	-,186	-,054	-1,049	,678	,669
<b>HK<sub>diff</sub> T<sub>2</sub></b>	65	2,6%	-,910	-,162	-2,307	,487	,198
<b>BK<sub>diff</sub> T<sub>1</sub></b>	65	0,9%	,111	,094	-,185	,407	,456
<b>BK<sub>diff</sub> T<sub>2</sub></b>	65	0,1%	,060	,031	-,417	,537	,804

\* signifikant

Abhängige Variable: *Uptime*

UV	n	Erklärte Varianz	B	Standard. B	CI Low	CI Upper	Sig.
<b>GA<sub>SSdiff</sub> T<sub>1</sub></b>	44	14,4%	-5,873	-,380	-10,324	-1,421	,011*
<b>GA<sub>SSdiff</sub> T<sub>2</sub></b>	44	2,8%	-2,546	-,167	-7,217	2,124	,278
<b>PC<sub>Fmax</sub> T<sub>1</sub></b>	52	0,1%	,009	,023	-,102	,120	,871
<b>PC<sub>Fmax</sub> T<sub>2</sub></b>	61	0,9%	,037	,095	-,064	,139	,464
<b>PC<sub>dyn</sub> T<sub>1</sub></b>	52	11,9%	-11,922	-,344	-21,154	-2,691	,012*
<b>PC<sub>dyn</sub> T<sub>2</sub></b>	61	1,2%	-4,129	-,110	-13,817	5,558	,397
<b>PC<sub>diff</sub> T<sub>1</sub></b>	52	2,0%	-,058	-,141	-,175	,058	,320
<b>PC<sub>diff</sub> T<sub>2</sub></b>	61	1,3%	-,053	-,116	-,172	,066	,374
<b>Sym<sub>diff</sub> T<sub>1</sub></b>	60	4,3%	-,107	-,206	-,241	,026	,114
<b>Sym<sub>diff</sub> T<sub>2</sub></b>	62	0,2%	,020	,042	-,099	,138	,743
<b>Bel<sub>diff</sub> T<sub>1</sub></b>	56	3,4%	-,131	-,186	-,320	,058	,171
<b>Bel<sub>diff</sub> T<sub>2</sub></b>	61	6,2%	-,212	-,249	-,426	,003	,053
<b>HK<sub>diff</sub> T<sub>1</sub></b>	65	1,3%	1,208	,112	-1,480	3,895	,373
<b>HK<sub>diff</sub> T<sub>2</sub></b>	65	0,1%	-,490	-,037	-3,816	2,835	,769
<b>BK<sub>diff</sub> T<sub>1</sub></b>	65	0%	-,065	-,018	-,994	,864	,889
<b>BK<sub>diff</sub> T<sub>2</sub></b>	65	0,1%	,104	,023	-1,017	1,226	,853

\* signifikant

*Anhang II-10: Ergebnisse der einfachen linearen Regression zwischen den Parametern der körperlichen Aktivität (abh. Variable) und fragebogenbasierten Parametern.*

Abhängige Variable: Geh<sub>kum</sub>

UV	n	Erklärte Varianz	B	Standard. B	CI Low	CI Upper	Sign.
BI T <sub>1</sub>	65	36,7%	,582	,606	,389	,774	,000*
BI T <sub>2</sub>	65	20,9%	,555	,457	,283	,827	,000*
RMI T <sub>1</sub>	65	35,7%	3,416	,598	2,262	4,570	,000*
RMI T <sub>2</sub>	65	22,5%	3,556	,474	1,894	5,218	,000*
EQ T <sub>1</sub>	65	3,1%	9,614	,176	-3,953	23,181	,162
EQ T <sub>2</sub>	65	0,1%	1,795	,028	-14,147	17,737	,823
WOMAC T <sub>1</sub>	65	14,0%	-,554	-,375	-,900	-,209	,002*
WOMAC T <sub>2</sub>	65	3,3%	-,339	-,182	-,801	,123	,148
FES-I T <sub>1</sub>	65	7,3%	-,347	-,271	-,658	-,036	,029*
FES-I T <sub>2</sub>	65	11,0%	-,567	-,332	-,972	-,162	,007*
GDS T <sub>1</sub>	65	3,8%	-,920	,195	-2,086	,247	,120
GDS T <sub>2</sub>	n.e.						

\* signifikant

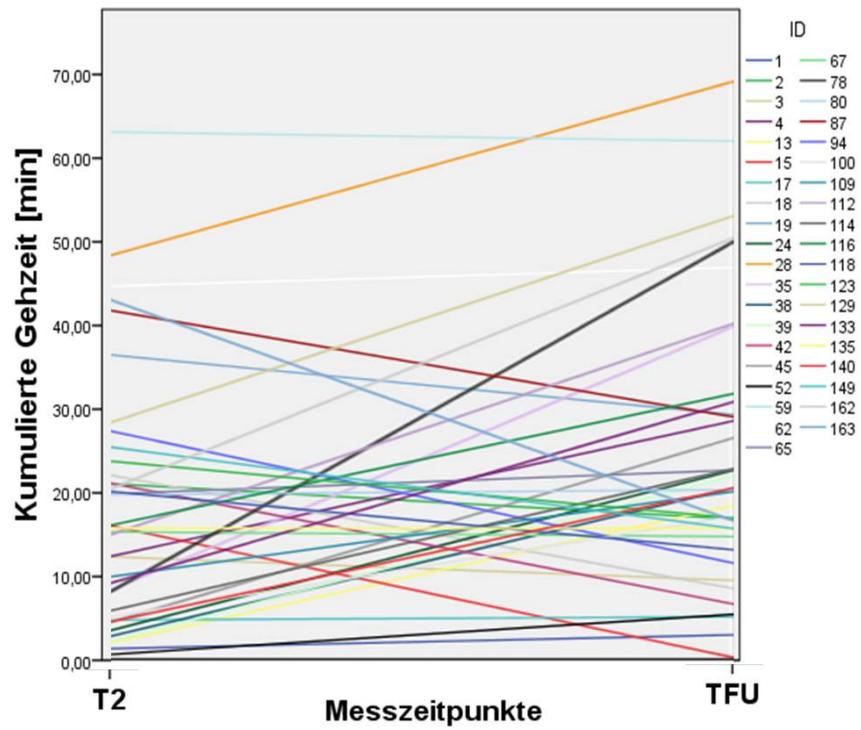
Abhängige Variable: Uptime

UV	n	Erklärte Varianz	B	Standard. B	CI Low	CI Upper	Sign.
BI T <sub>1</sub>	65	38,8%	1,871	,623	1,280	2,462	,000*
BI T <sub>2</sub>	65	21,1%	1,309	,459	,671	1,947	,000*
RMI T <sub>1</sub>	65	33,1%	10,293	,576	6,612	13,974	,000*
RMI T <sub>2</sub>	65	15,1%	6,857	,389	2,769	10,944	,001*
EQ T <sub>1</sub>	65	6,5%	43,657	,255	1,979	85,334	,040*
EQ T <sub>2</sub>	65	0,2%	6,559	,044	-30,889	44,008	,727
WOMAC T <sub>1</sub>	65	15,2%	-1,804	-,390	-2,876	-,731	,001*
WOMAC T <sub>2</sub>	65	2,4%	-,685	-,156	-1,775	,405	,214
FES-I T <sub>1</sub>	65	3,2%	-,718	-,179	-1,711	,276	,154
FES-I T <sub>2</sub>	65	2,4%	-,623	-,155	-1,620	,374	,217
GDS T <sub>1</sub>	65	2,3%	-2,246	-,152	-5,924	1,431	,227
GDS T <sub>2</sub>	n.e.						

\* signifikant

### III Anhänge des Diskussionsteils

Anhang III-1: Veranschaulichung des heterogenen Verlaufs der  $Geh_{kum}$  zwischen  $T_2$  und  $T_{FU}$  für die Gesamtgruppe.





# LEBENS LAUF

**SIMONE ELISABETH NICOLAI**

---

## PERSÖNLICHES

Geburtstort	Dudweiler
Geburtsdatum	15.06.1982
Familienstand	ledig, keine Kinder
Eltern	Elisabeth Stumpf-Mackert, geb. Stumpf Hans-Peter Nicolai

## AUSBILDUNG

1988-1992	Grundschule Dudweiler
1992-2001	Mariengymnasium Saarbrücken
Juni 2001	Abitur mit den Prüfungsfächern Deutsch, Biologie, Latein
2001-2006	Studium der Sportwissenschaft Sportwissenschaftliches Institut der Universität des Saarlandes Ausrichtung: Rehabilitation und Prävention
November 2006	Abschluss als Diplom-Sportlehrerin Diplomarbeit: „Sturzprophylaxe im Alter – Evaluation eines Konzeptes zur Sturzprophylaxe für unterschiedliche Pflegestufen in einem Seniorenwohnheim“

## BERUF

Juli 2007 – März 2011	Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin in der Klinik für Geriatrische Rehabilitation des Robert-Bosch- Krankenhauses in Stuttgart
seit April 2011	Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Anästhesiologie und Notfallmedizin I der Westpfalz-Klinikum GmbH in Kaiserslautern
seit Dezember 2011	Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer Institut für Experimentelles Softwareengineering in Kaiserslautern



## ERKLÄRUNG

Ich versichere, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich wiedergegebene Textstellen, auch Einzelsätze oder Teile davon, sind als Zitat kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungskommission vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

---

Ort, Datum

*Simone Nicolai*



## DANKSAGUNG

**Mit der Abgabe meiner Dissertation geht auch meine Arbeitszeit am Robert-Bosch-Krankenhaus zu Ende. Ich möchte daher die Gelegenheit nutzen, mich bei allen zu bedanken, die mich auf meinem Weg begleitet haben. Vielen Dank für die sehr schöne, lustige, manchmal aber auch harte Zeit. Ich werde mich immer sehr gerne an sie zurückerinnern.**

Einen ganz besonderen Dank möchte ich *PD Dr. Clemens Becker* für die Ermöglichung und Betreuung meiner Arbeit aussprechen. Seine stetige Unterstützung und Förderung, seine vielfältigen Anregungen und Inspirationen sowie die vielen aufschlussreichen Unterhaltungen waren mir stets eine sehr große Hilfe.

Bei meinem Doktorvater *Prof. Dr. Wolfgang Schlicht* bedanke ich mich ganz herzlich für die Übernahme meines Themas, die vielen hilfreichen Tipps sowie seine konstruktive Kritik.

Ein großes Dankeschön gebührt *Dr. Ulrich Lindemann* für seine stets selbstlose fachliche und persönliche Unterstützung, Förderung und Motivation sowie für die unzähligen spannenden und sehr fruchtbaren Diskussionen, die ich immer sehr genossen habe.

Weiterhin möchte *Dr. Michael Jamour, Dr. Jochen Klenk, Dipl.-Psych. Denis Beische* sowie *Dr. Petra Benzinger* danken. Sie gaben mir mit ihrem fundierten Fachwissen viele Anregungen für meine wissenschaftliche Arbeit.

*Dr. Kerstin Bühl* und *Dr. Sigrid Ege* sowie den Pfleger(innen), Physio- und Ergotherapeuten des RBKs danke ich für die vielfältige Unterstützung bei der Probandenrekrutierung und -betreuung.

*Ruth, Karin, Lars, Verena* und *Patty* danke ich ganz besonders für ihre Unterstützung bei den Assessments, für die vielen fachlichen Diskussionen sowie für die stets angenehme und freundschaftliche Arbeitsatmosphäre.

Ein wirklich besonderes Dankeschön möchte an dieser Stelle meinem Verlobten *Holger Flick* aussprechen. Sein tiefes Vertrauen, seine selbstlose Unterstützung sowie seine motivierenden Worte gaben mir den Rückhalt, ohne den diese Arbeit niemals möglich gewesen wäre.

Und nicht zuletzt möchte ich mich auch bei meiner *Familie* und bei meinen *Freunden* bedanken, die in Zeiten schlechter Laune und überstrapazierter Nerven stets für die erforderliche Abwechslung gesorgt haben.

**DANKE**

