

# Wirksamkeit einer 10-wöchigen Trainingsintervention mit dem MBT bei Patienten mit Hüfterkrankung

Inga Krauss; Annette Bendig; Prof. Dr. med. T. Horstmann

## Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung .....	2
II.	Masai Barfuss Technologie (MBT) .....	2
III.	Zielsetzung der Studie .....	3
IV.	Studiendesign.....	3
V.	Stichprobe.....	4
VI.	Methoden in der Übersicht .....	5
a.	Kraftausdauer .....	5
b.	Gangsicherheit: 6-Meter frei gewählte Gehgeschwindigkeit .....	6
c.	Beweglichkeit .....	6
d.	Statisches Gleichgewicht: Kraftmessplatte .....	6
e.	Statisches Gleichgewicht: Posturomed .....	7
f.	Dynamisches Gleichgewicht: Sternschritt.....	7
g.	Schmerzverlauf .....	8
h.	SF 36: Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität .....	8
VII.	Ergebnisse und Diskussion.....	9
a.	Kraftausdauerterst .....	9
b.	Frei gewählte Gehgeschwindigkeit.....	9
c.	Beweglichkeitstest .....	9
d.	Kraftmessplatte .....	10
e.	Posturomed .....	10
f.	Sternschritt.....	11
g.	Schmerzverlauf .....	12
h.	Gesundheitsbezogene Lebensqualität SF 36 .....	13
VIII.	Zusammenfassung.....	15

**Keywords:** Hüftarthrose, Hüft-TEP, MBT, Koordination, Lebensqualität, Kraft, Beweglichkeit, Trainingsintervention

## I. Einleitung

Immer mehr Menschen leiden an degenerativen Gelenkerkrankungen wie beispielsweise Arthrose am Hüftgelenk. Durch die Beschwerdesymptomatik kommt es zu einer eingeschränkten Beweglichkeit, zu Schwierigkeiten mit der Stand- und Gangsicherheit und zu einer Verminderung der Lebensqualität nicht zuletzt aufgrund der auftretenden Schmerzen. Zahlreiche Therapieangebote sollen die Beschwerden lindern und einen künstlichen Gelenkersatz hinauszögern. Aber auch der bereits operierte Patient muss mit den oben genannten Schwierigkeiten zurecht kommen.

Der MBT verspricht Linderungen in vielen der genannten Bereiche. Inwiefern er diesem Anspruch tatsächlich gerecht wird, sollte in einer Untersuchung an der Sportmedizin Tübingen näher unter die Lupe genommen werden. Verschiedene Tests zur Beweglichkeit, Koordinationsfähigkeit und Kraftausdauer sowie Fragebögen zur Erfassung der Schmerzen und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität sollten diese Fragestellung beantworten.

## II. Masai Barfuss Technologie (MBT)

Die Masai Barfuss Technologie hat sich das kenianische Naturvolk der Massai zum Vorbild gemacht. Diese laufen aufrecht, federnd, mit kleinen Schritten und barfuß – durch Feld, Wald und Flur. Durch dieses aktive Gehen wird die Muskulatur trainiert. Dadurch wird der Bewegungsapparat gekräftigt und die Gelenke geschont.

Der MBT soll dieses natürliche Gehen auch in einer Umgebung möglich machen, die durch ebene und harte Untergründe gekennzeichnet ist. Die europäische Bevölkerung leidet zunehmend an Bewegungsmangel, die zu verrichtende Arbeit ist häufig durch einseitige Belastungen gekennzeichnet, wie beispielsweise Sitzen oder langes Stehen mit monotonen Bewegungsabläufen. Die Muskulatur verkümmert, die Haltung verschlechtert sich und degenerative Gelenkerkrankungen sind häufig die Folge. Der MBT soll hier Abhilfe schaffen. Durch seine besondere Sohlenkonstruktion suggeriert er dem Träger einen unebenen Untergrund, der ein aktives Gehen erforderlich macht. Der MBT enthält keinerlei Führungselemente, dafür jedoch ein weiches Fersenkissen (1) und eine Anrollkante (T), über die der Träger abrollen soll. Die Fußmuskulatur muss diese Instabilität aktiv ausgleichen. Das Gehen mit dem MBT ist mit einem Haltungskonzept verbunden. Neben einer sehr aufrechten Körperhaltung beim Gehen soll auf einen Stemm- und Fallschritt verzichtet werden. Viele Menschen machen beim Laufen sehr große Schritte und fangen diese beim Fersenaufsatz nicht aktiv auf. Beim Gehen mit dem MBT soll der Schritt aktiv nahe am Körperschwerpunkt aufgesetzt werden. Anschließend wird der Schritt weit nach hinten gezogen, dadurch soll die Hüftstreckung betont werden. Das Gehen mit dem MBT muss erlernt werden, häufig ist eine Umstellung des herkömmlichen Gangbilds notwendig. Hierfür bietet die Herstellerfirma Einführungsveranstaltungen und Fortbildungsprogramme an, bei denen man den Umgang mit dem MBT erlernen kann.

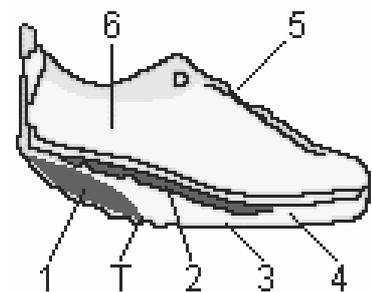


Abbildung 1: Aufbau MBT

Das Tragen des MBT soll laut Hersteller viele positive Folgen haben. So wirbt die Firma mit dem Slogan: Mit jedem Schritt fitter, gesünder, schöner, schneller, stärker... Die Gelenke sollen entlastet werden, die Schmerzen gelindert, die Haltung verbessert und die Muskulatur gekräftigt werden.

### III. Zielsetzung der Studie

Die vom Hersteller genannten Vorteile des MBT sollten im Rahmen einer Untersuchung an der Med. Klinik und Poliklinik, Abteilung Sportmedizin, überprüft werden. Anlass hierzu waren positive Berichte von Patienten, die an einer Hüftarthrose erkrankt waren.

Ziel der Untersuchung war es, die Wirkung einer 10-wöchigen Trainingsintervention mit dem MBT in Hinblick auf Schmerzen, Lebensqualität, Kraft, Gleichgewicht und Beweglichkeit zu überprüfen.

### IV. Studiendesign

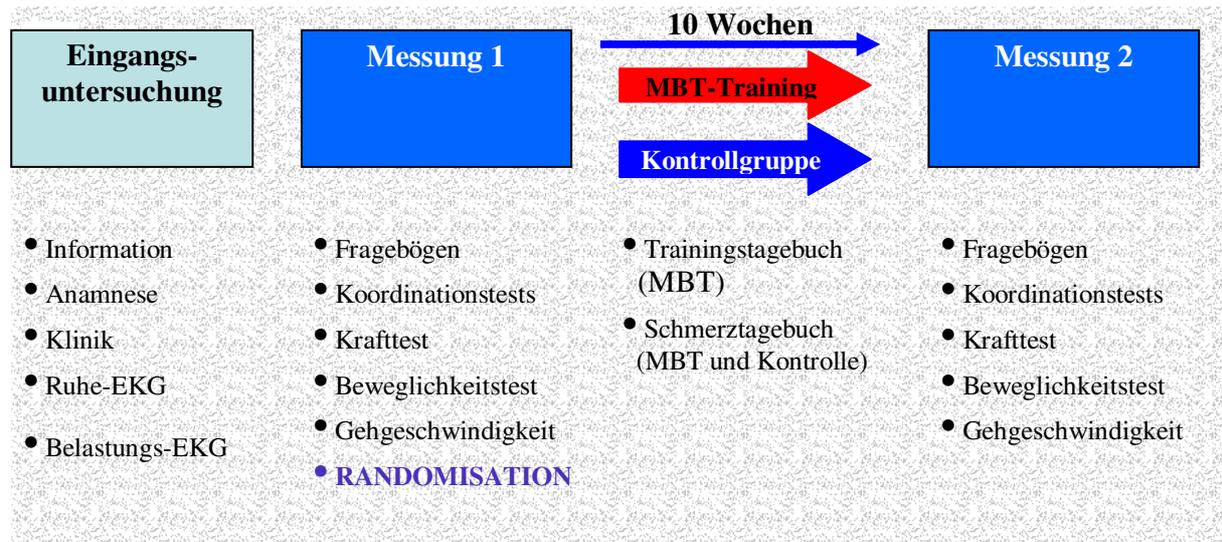


Abbildung 2: Studiendesign

Im Rahmen einer **Eingangsuntersuchung** wurden die Probanden zunächst über das Studienvorhaben informiert und konnten in diesem Zusammenhang ihr schriftliches Einverständnis zur Teilnahme geben. Im Anschluss folgten eine Anamnese und eine klinische Untersuchung, bei der neben einem Ruheechokardiogramm auch eine Belastungsergometrie auf dem Laufband durchgeführt wurde. Hierbei mussten die Teilnehmer bei einer Geschwindigkeit von 5 km/h jeweils drei Minuten gehen, die Steigung des Laufbandes wurde stufenweise um 2,5 % erhöht. Der Belastungsabbruch erfolgte, sobald der Proband subjektiv ausbelastet war bzw. Unwohlsein oder Schmerzen auftraten. Während der Belastung wurde ein EKG aufgezeichnet. Da im Rahmen des MBT-Trainings auch ausdauerorientiertes Geh- und Lauftraining durchgeführt werden sollte, wurde eine hinreichende Belastungsfähigkeit des Herzkreislaufsystems als Einschlusskriterium festgelegt. Bei vorliegenden Auffälligkeiten wurden die Teilnehmer ausgeschlossen und die Empfehlung für eine internistische Untersuchung ausgesprochen.

Am **Messtag eins** wurden Tests zur Überprüfung des statischen und dynamischen Gleichgewichts, der Gangsicherheit, der Beweglichkeit und der Kraftausdauer durchgeführt. Darüber hinaus sollten die Probanden einen Schmerzfragebogen (in Anlehnung an Merle d` Aubigne) und einen Fragebogen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität (SF36) ausfüllen.

Anschließend wurden die Teilnehmer randomisiert einer Gruppe zugeteilt. Während die Trainingsgruppe in den folgenden 10 Wochen einmal wöchentlich am MBT-Training teilnehmen und während dieser Zeit den MBT auch zuhause tragen sollte, wurde bei der Kontrollgruppe keinerlei Intervention vorgenommen. Schmerzen und Training wurden mit Hilfe eines Tagebuches während dieser Zeit täglich von den Probanden dokumentiert.

Die Trainingsgruppe wurde zunächst in das Gehen mit dem MBT eingeführt. Hierfür werden von der Firma swissmasai verschiedene Übungen empfohlen (Kombi-, Alltags- und Sportübungen). Die Übungen mit dem MBT wurden zum Teil mit anderen Hilfsmitteln aus der Trainingstherapie kombiniert. Ergänzt wurden das Programm durch ein ausdauerorientiertes Geh- und Lauftraining.

Am **Messtag zwei** wurden die Tests des ersten Messtages erneut durchgeführt.

## V. Stichprobe

	<b>MBT</b>	<b>KO</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Anzahl</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>59</b>
davon Prothese	11	10	21
davon Arthrose	19	19	38
davon männlich	19	12	31
davon weiblich	11	17	28
<b>Alter</b>	<b>62,8</b>	<b>61,4</b>	<b>62,1</b>

**Tabelle 1: Stichprobe**

Insgesamt haben sich 165 Interessenten gemeldet. Davon konnten 70 Probanden in die Studie eingeschlossen werden. Im Verlauf der Untersuchung mussten insgesamt 11 Probanden ausgeschlossen werden. Gründe hierfür waren Operationen, fehlende Compliance, eine reduzierte Belastungsfähigkeit seitens des Herz-Kreislaufsystems bzw. eine zusätzliche Trainingsintervention im Verlauf des MBT-Programms. In Bezug auf Alter, Erkrankung (Arthrose vs. Totalendoprothese) und Gruppenzuteilung (Training vs. Kontrolle) waren die Gruppen nahezu gleich verteilt. Lediglich in Hinblick auf das Geschlecht zeigen die Gruppen keine Homogenität (Tabelle 1).

In der folgenden Tabelle wird die Stichprobengröße der jeweiligen Methoden dargestellt. Aufgrund von messtechnischen Problemen kam es bei der Kraftmessplatte und dem Posturomed zu einer deutlichen Verringerung der Probandenzahl.

	<b>MBT</b>	<b>KO</b>	<b>Gesamt</b>
Kraftausdauer	25	25	50
Beweglichkeit	30	28	58
Sternschritt	30	29	59
Geschwindigkeit	29	27	56
Posturomed	17	15	32
Kraftmessplatte	16	13	29
Schmerztagebuch	29	23	52
SF 36	30	29	59

Tabelle 2: Stichprobe je Methode

## VI. Methoden in der Übersicht

### a. Kraftausdauer



Abbildung 3: Kraftausdauererprobung

Durchführung: Die Probanden stehen mit einem Bein auf einer erhöhten Stufe (Standbein). Das Spielbein wird seitlich abgesenkt, ohne dabei das Standbein zu beugen. Die Wiederholungen werden gezählt, maximal 100 Wiederholungen werden berücksichtigt. Bei falscher Ausführung oder auftretenden Schmerzen wird der Test vorzeitig abgebrochen.

Auswertung: Anzahl der Wiederholungen.

### **b. Gangsicherheit: 6-Meter frei gewählte Gehgeschwindigkeit**



Die Gehgeschwindigkeit wird über eine Strecke von 6 Metern mit Hilfe von Lichtschranken berechnet.

Durchführung: Die Probanden laufen bei frei gewählter Geschwindigkeit (Anweisung: Zügiges Gehtempo). 3 Wiederholungen.

Auswertung: Die kürzeste Zeit wird bei der Auswertung berücksichtigt.

**Abbildung 4: Gehgeschwindigkeit**

### **c. Beweglichkeit**



Durchführung:

Die Hüftgelenksflexion wird in Anlehnung an die Neutral-Null-Methode in ° gemessen.

Die Dehnfähigkeit der Mm. Ischiocrurale, des M. Iliopsoas und des M. rectus femoris werden dabei folgendermaßen klassifiziert:

- normale Dehnfähigkeit
- leicht eingeschränkte Dehnfähigkeit
- deutlich eingeschränkte Dehnfähigkeit.

**Abbildung 5: Hüftgelenksflexion nach NN**

### **d. Statisches Gleichgewicht: Kraftmessplatte**

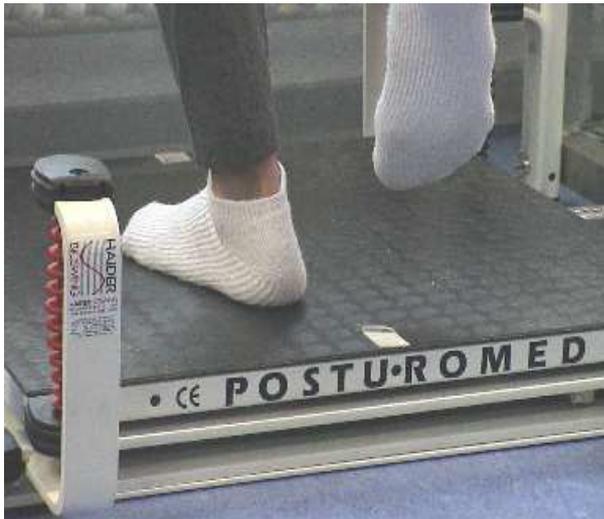


Durchführung: Die Probanden müssen 6 Sekunden einbeinig auf der Platte stehen. Je Seite werden 3 Wiederholungen durchgeführt.

Auswertung: Aus den x- und y-Koordinaten der Kraftangriffspunkte aller Messzeitpunkte (30 Hz) wird der Mittelwert errechnet, der als 0-Punkt im Koordinatensystem definiert wird. Anschließend werden die Abstände der einzelnen Messzeitpunkte (Resultierende aus x- und y-Richtung) addiert und durch die Gesamtzahl der Messzeitpunkte dividiert. Daraus ergibt sich der mittlere Abstand zum Nullpunkt des Koordinatensystems, dargestellt in mm.

**Abbildung 6: Kraftmessplatte**

**e. Statisches Gleichgewicht: Posturomed**



**Abbildung 7: Posturomed**

Beim Posturomed handelt es sich um eine an Federn aufgehängte Platte, die sich durch die Eigenschwingung des Probanden aufschwingen kann. Der Proband soll versuchen, die Platte möglichst ruhig zu halten. Die Schwingungen der Platte werden als Wegsignal aufgezeichnet.

Durchführung: Der Proband wird aufgefordert, ein Bein anzuheben. Das Wegsignal wird über einen Zeitraum von 6 Sekunden aufgezeichnet. Anschließend wird eine Messung durchgeführt, bei der der Proband mit einem Anlaufschritt auf die Platte auftritt und dort erneut den Einbeinstand halten soll. Alle Messungen werden je Seite dreimal absolviert.

Auswertung: Die aus dem Wegsignal in x- und y-Richtung resultierende Strecke wird über die einzelnen Messzeitpunkte aufsummiert und als Gesamtweg ausgegeben. Dabei geht jeweils der Mittelwert der erfolgreichen Versuche in die Auswertung mit ein.

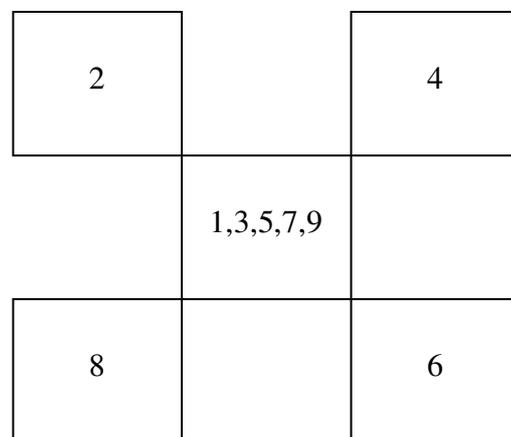
**f. Dynamisches Gleichgewicht: Sternschritt**

Durchführung: Ausgangsstellung: beidbeinig im mittleren Feld. Zwei Durchgänge im Uhrzeigersinn, mit linkem Bein beginnen, auf Zeit: links-vorne (linkes Bein) – Mitte – rechts-vorne (rechtes Bein) – Mitte – rechts hinten (rechtes Bein) – Mitte – links hinten (linkes Bein) – Mitte. Die Zeit stoppt, wenn beide Beine wieder in der Ausgangsposition sind. Jedes Feld hat eine Größe von 40 cm. Jeder Proband hat einen Probeversuch und zwei Testversuche.

Auswertung: Gemessen wird die Zeit in Sekunden (1 Dezimale), die für zwei Runden benötigt wird. Der bessere Versuch geht in die Auswertung mit ein.



**Abbildung 8: Durchführung Sternschritt**



**Abbildung 9: Felderaufteilung Sternschritt**

### **g. Schmerzverlauf**

Durchführung: Täglich wird ein Schmerzfragebogen in Anlehnung an Merle d'Aubigné ausgefüllt. Dieser behandelt die Kategorien allgemeines Schmerzempfinden, Schmerz bei Nacht, Schmerz beim Treppen steigen und Schmerz beim Gehen (Abbildung 10). 1 steht für keinen Schmerz, 10 für maximalen Schmerz

Auswertung: Aus den täglichen Scores werden Wochenscores gebildet (Wochenschnitt) und so der Schmerzverlauf über den Trainingszeitraum beobachtet.

<b>Schmerzeinschätzung</b>									
allgemeines Schmerzempfinden:									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Schmerzempfinden beim Gehen:									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Schmerzempfinden beim Treppensteigen:									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Schmerzempfinden bei Nacht:									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Abbildung 10: Schmerzeinschätzung

### **h. SF 36: Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität**

Durchführung: Die Probanden kreuzen die am ehesten zutreffende Antwort auf die 36 Fragen an.

Auswertung: Der Bogen beinhaltet die Kategorien körperliche Schmerzen, körperliche Funktionsfähigkeit, allgemeine Gesundheit, Vitalität, psychisches Wohlbefinden, emotionale Rollenfunktion und soziale Funktionsfähigkeit, die durch eine beschriebene Auswerteroutine zu den genannten Kategorien zusammengefügt werden. Durch eine Transformation auf einen Punktwert von insgesamt 100 wird das Gesundheitsempfinden dargestellt. Je höher der Wert, desto besser ist der Zustand einzuschätzen. Der Fragebogen ermöglicht den Vergleich zu einer deutschen Normgruppe.

## VII. Ergebnisse und Diskussion

### a. Kraftausdauerstest

Ergebnis: Beide Gruppen konnten sich im Kraftausdauerstest verbessern.

Diskussion: Die Abbruchkriterien beim Test waren schwer zu kontrollieren, die Standardisierungsmöglichkeit des Testverfahrens ist eingeschränkt. Durch die ungewohnte Bewegungsausführung ist die Verbesserung ggf. auf den Übungseffekt bei Messtag 2 zurückzuführen. Für die vorliegende Untersuchung konnte nicht nachgewiesen werden, dass der MBT die Abduktoren der Hüfte auftrainiert. Allerdings sollte die Problematik bei der Testdurchführung bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

### b. Frei gewählte Gehgeschwindigkeit

Ergebnis: Beide Gruppen zeigten beim Messtag 2 eine erhöhte Gehgeschwindigkeit.

Diskussion: Durch die Trainingsintervention wäre einerseits eine Steigerung der Gehgeschwindigkeit zu erwarten gewesen, da sich eine erhöhte Gangsicherheit in der Gehgeschwindigkeit widerspiegeln kann. Andererseits wäre auch eine Reduktion der Geschwindigkeit interpretierbar, da es durch die Umstellung des Gangbildes beim Tragen des MBT zu einer Verkürzung der Schrittlänge und damit auch zu einem reduzierten Gehtempo kommen kann. Die Ergebnisse stützen keine der zwei Theorien.

Die Veränderungen des Gehtempo sind möglicherweise zu gering, um sie mit der beschriebenen Methode erfassen zu können. In der Literatur beschriebene Verbesserungen der Ganggeschwindigkeit wurden bei frisch operierten Patienten aufgezeigt. Diese starten auf einem deutlich niedrigeren Ausgangslevel, haben also einen größeren Verbesserungsspielraum. Veränderungen der Gehgeschwindigkeit durch die Umstellung des Gangbildes sind eventuell ebenfalls zu gering, um mit der dargestellten Methode erfasst zu werden.

### c. Beweglichkeitstest

Ergebnis: Es können keine systematischen Ergebnisse aufgezeigt werden.

Diskussion: Zur Darstellung von systematischen Veränderungen im Bereich der Beweglichkeit war die Stichprobe zu klein. In beiden Gruppen konnten Veränderungen aufgezeigt werden, diese waren jedoch unsystematisch. Dies kann an der Untersuchungstechnik liegen, die sich an drei Dehnfähigkeitsklassen orientiert (normal, leicht, deutlich). Vor allem im Grenzbereich der jeweiligen Klassen kann es bei erneuter Untersuchung zu einer anderen Zuteilung kommen. Bei größerer Stichprobenanzahl wäre der Anteil solcher abweichenden Messungen sicherlich geringer. Um eine Verbesserung der Dehnfähigkeit der Muskulatur zu erzielen, ist regelmäßiges Training erforderlich. Der beobachtete Zeitraum war hierfür eventuell zu kurz. Die beim Gehen mit dem MBT forcierte Hüftsteckung, die zu einer Dekontraktion von M. iliopsoas und M. rectus

femoris führen müsste, konnte demnach nicht zu einer sichtbaren Verbesserung innerhalb unserer Stichprobe führen.

#### **d. Kraftmessplatte**

Ergebnis: Während sich die Trainingsgruppe verbesserte, zeigte die Kontrollgruppe keine Veränderungen. Auffällig ist vor allem die Streuung der Daten. An Messtag eins reichen die Werte in beiden Gruppen von etwa fünf bis zehn mm mittlere Abweichung zum Flächenschwerpunkt. Am Messtag zwei zeigt sich die Trainingsgruppe viel homogener auf einem geringeren Level, während sich die Ergebnisse der Kontrollgruppe nicht verändern (Abbildung 11).

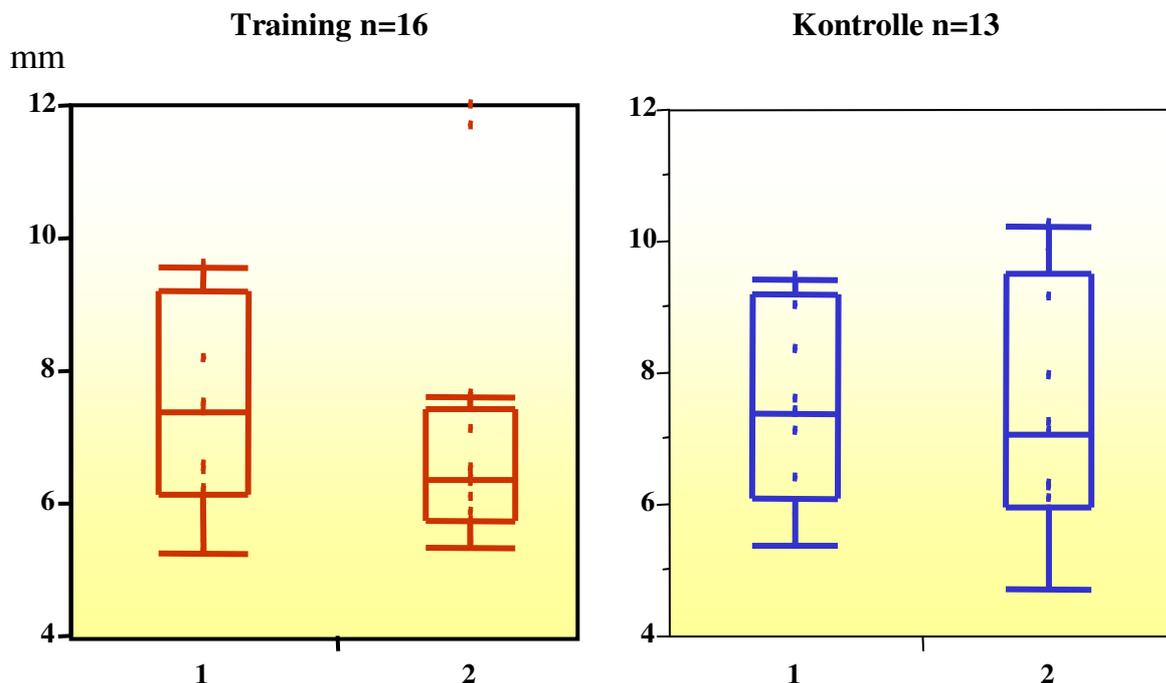


Abbildung 11: Ergebnisse Kraftmessplatte

#### **e. Posturomed**

Ergebnis: Im Einbeinstand fällt zunächst das schlechtere Ausgangsniveau der Trainingsgruppe auf. Die Verbesserung wird hier umso deutlicher. Am Messtag zwei legt die Trainingsgruppe im Median deutlicher weniger Weg mit dem Posturomed zurück. Die Kontrollgruppe hingegen bestätigt ihr Ausgangsniveau. Die in Abbildung 13 dargestellte Grafik zeigt die Veränderung der zwei Gruppen in Relation zum Median der Gesamtgruppe an Messtag eins.

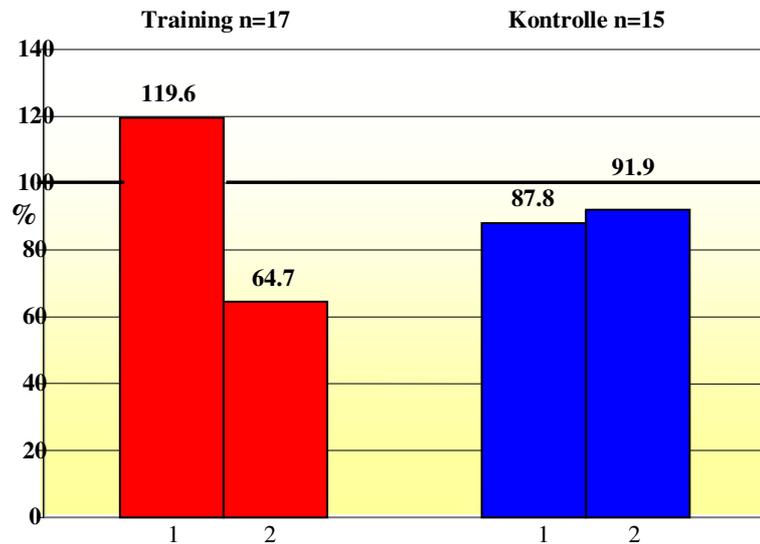


Abbildung 12: Ergebnisse Posturomed Einbeinstand

Bei der Kondition „Anlaufen“ zeigt sich ein ähnliches Bild. Die Trainingsgruppe startet auf einem schlechteren Ausgangsniveau, verbessert sich nach der Testphase jedoch über das Niveau der Kontrollgruppe hinaus. Bei der Kontrollgruppe hingegen kommt es nur zu einer geringen Reduktion des Wegsignals im Vergleich zum Ausgangswert (Abbildung 14).

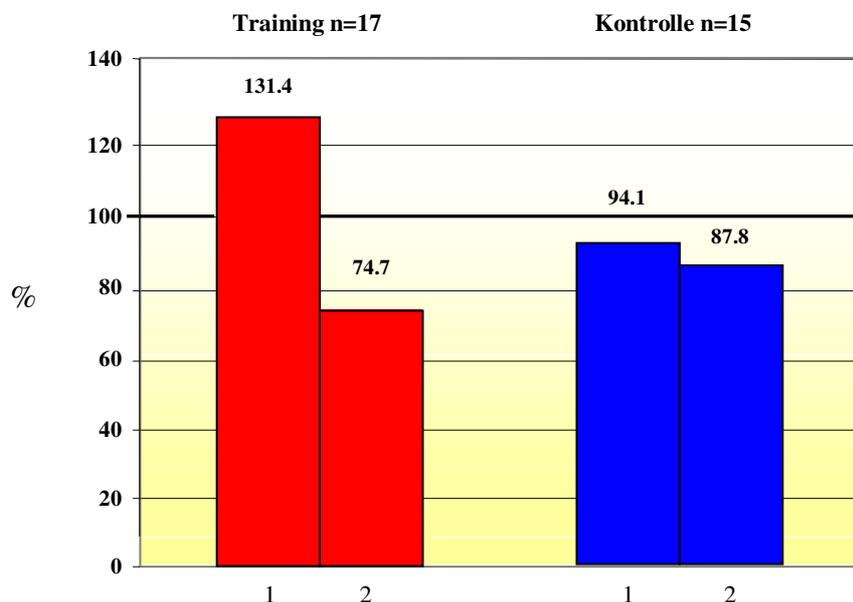


Abbildung 13: Ergebnisse Posturomed Anlaufen

#### f. Sternschritt

Ergebnis: Beim Sternschritt kam es bei der Trainingsgruppe zu einer Verringerung der Zeit, die für die Absolvierung der zwei Runden benötigt wurde.

Diskussion: Bei der Interpretation der Daten sollte die starke Streuung der Messergebnisse berücksichtigt werden (Abbildung 15). Trotz positiver Entwicklung der Trainingsgruppe sollte das gezeigte Ergebnisse nicht überbewertet werden, zumal es auch bei der Kontrollgruppe zu leichten Verbesserungen kommt.

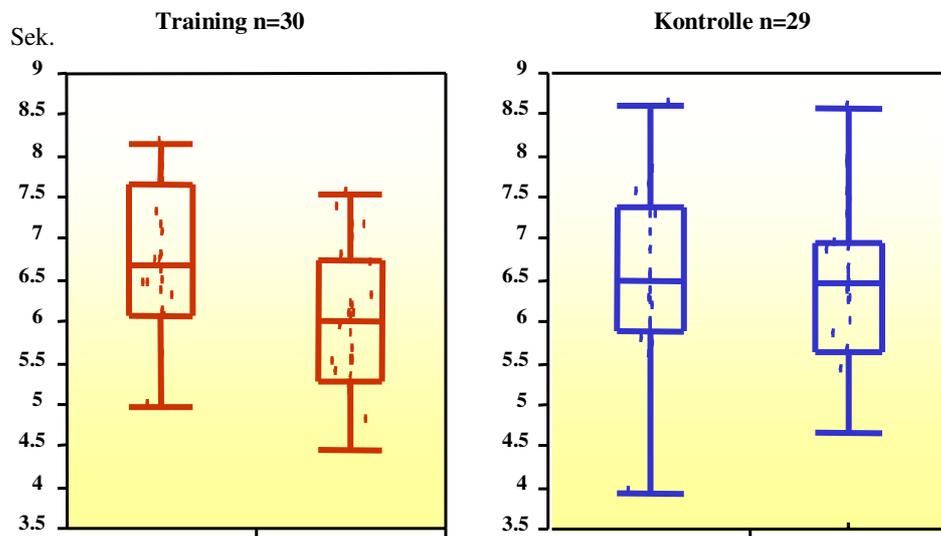


Abbildung 14: Ergebnisse Sternschritt

### g. Schmerzverlauf

Ergebnis: In allen Bereichen nahmen die Schmerzen bei der Trainingsgruppe ab. Die Werte der Kontrollgruppe waren nach dem Beobachtungszeitraum hingegen im Bereich des Ausgangsniveaus.

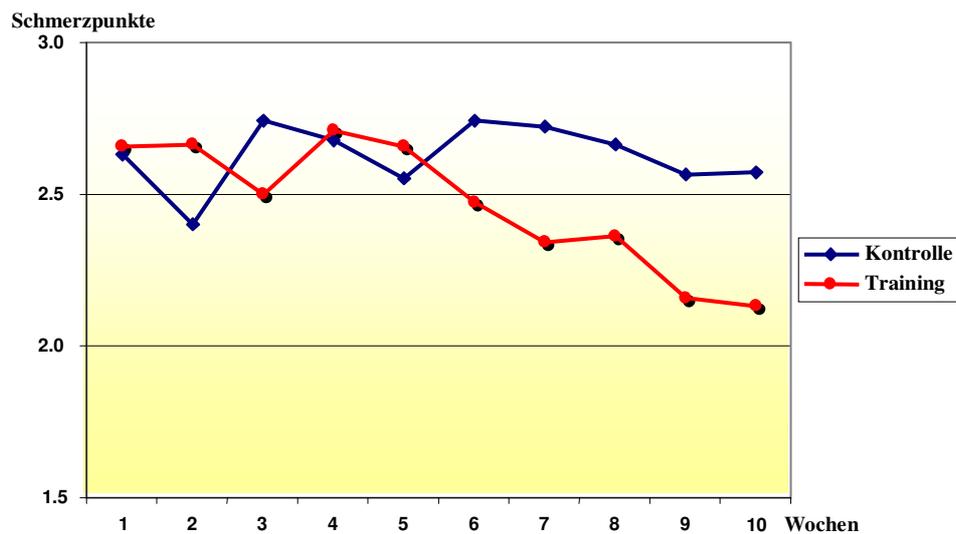


Abbildung 15: Schmerzverlauf allgemein

Schmerzpunkte

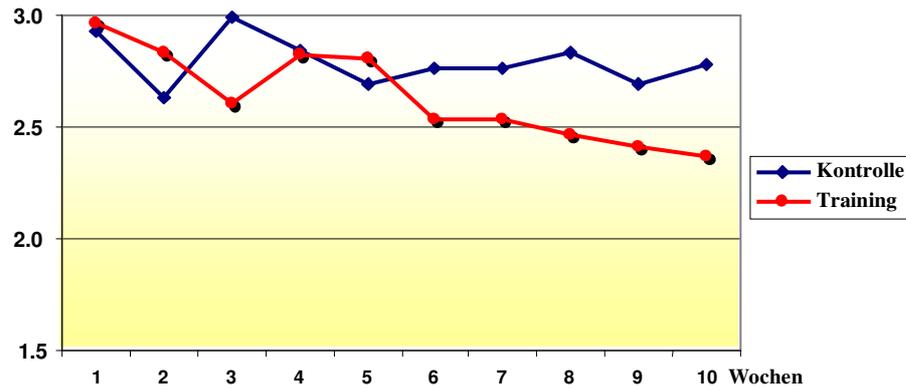


Abbildung 16: Schmerzverlauf beim Gehen

Schmerzpunkte

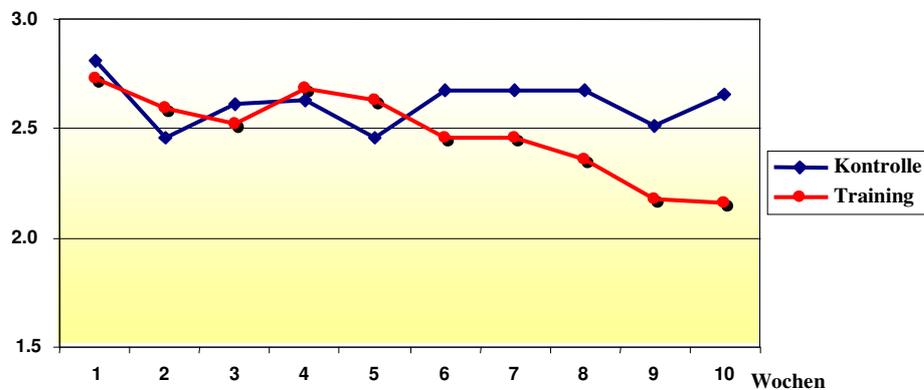


Abbildung 17: Schmerzverlauf beim Treppensteigen

Schmerzpunkte

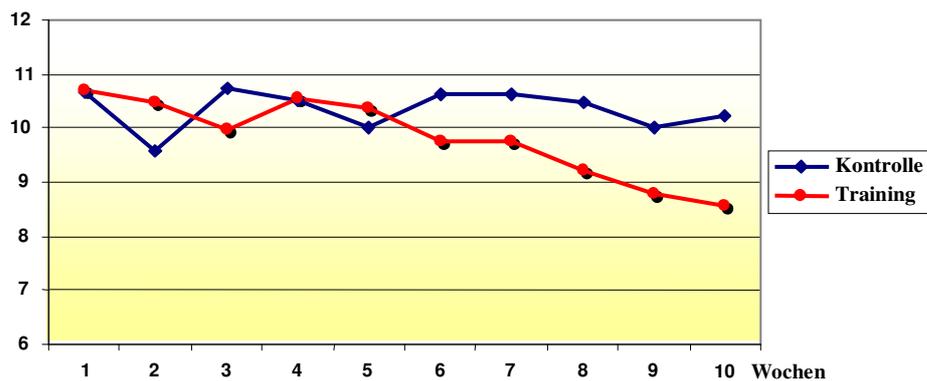


Abbildung 18: : Schmerzverlauf gesamt

### ***h. Gesundheitsbezogene Lebensqualität SF 36***

Ergebnis: Vor allem im Bereich der körperlichen Funktionsfähigkeit, der körperlichen Schmerzen, der Vitalität und der allgemeinen Gesundheit konnte die Trai-

ningsgruppe profitieren. Verbesserungen zeigten sich jedoch in allen Bereichen. Die Kontrollgruppe hingegen zeigt keine Veränderung. Die Grafik nimmt Bezug zur 61-70 Jahre alten, gesunden Normgruppe Deutschlands.

KöFU	Körperliche Funktionsfähigkeit
KöRO	Körperliche Rollenfunktion
KöSCHM	Körperliche Schmerzen
ALLG	Allgemeines Gesundheitsempfinden
VITA	Vitalität
PSYC	Psychisches Wohlbefinden
EMRO	Emotionale Rollenfunktion
SOFU	Soziale Funktionsfähigkeit

Tabelle 3: Kategorien SF 36

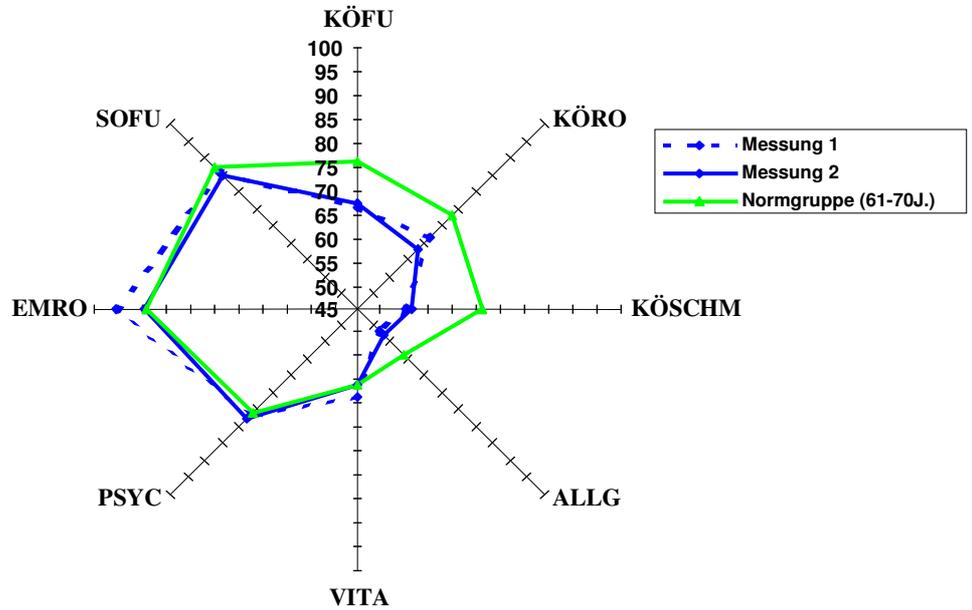


Abbildung 19: SF 36 Kontrollgruppe

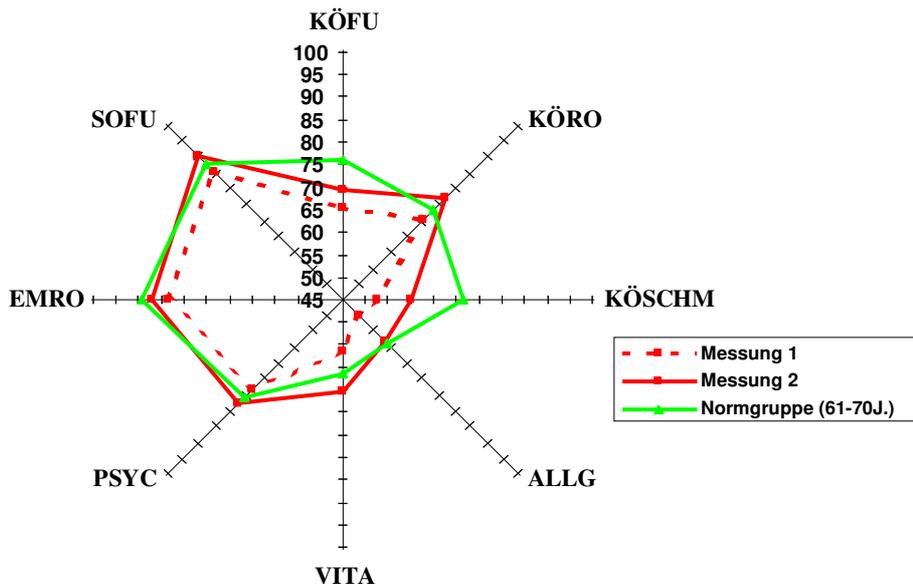


Abbildung 20: SF 36 Trainingsgruppe

### **VIII. Zusammenfassung**

Während es in der vorliegenden Untersuchung durch eine 10-wöchige Trainingsintervention zu keiner Verbesserung der Kraft, Beweglichkeit und der Gehgeschwindigkeit kam, konnten vor allem im Bereich der koordinativen Fähigkeiten Fortschritte erzielt werden.

Darüber hinaus reduzierten sich die Schmerzen in der Trainingsgruppe in allen Lebensbereichen, die gesundheitsbezogene Lebensqualität konnte zudem deutlich verbessert werden.

Der MBT scheint bei zielgerichtetem Gebrauch in der Lage zu sein, Patienten mit Arthrose am Hüftgelenk bzw. bereits implantiertem Gelenkersatz bei der Therapie zu unterstützen. Dies bezieht sich vor allem auf die koordinativen Fähigkeiten, die Reduktion der Schmerzen und die Verbesserung der Lebensqualität.