

# **BACHELORARBEIT II**

Titel der Bachelorarbeit

## **Motorisches Lernen bei Gonarthrose**

Verfasserin

**Katharina Widhalm**

angestrebter Akademischer Grad

## **Bachelor of Science in Health Studies (BSc)**

St. Pölten, 02.02.2018

Studiengang:

Studiengang Physiotherapie

Jahrgang

PT 15

Betreuerin:

FH-Prof. Barbara Wondrasch, PT, PhD

# EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Dieses Bachelorarbeitsthema habe ich bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt.

.....  
Datum

.....  
Unterschrift

## I. Zusammenfassung

**Einleitung:** Die Effekte des externen Fokus auf das motorische Lernen bei Gonarthrose sind relativ unerforscht. Studien aus der Neurologie und der orthopädischen Rehabilitation beschreiben den erfolgreichen Einsatz von Trainingsprogrammen, die auf Virtual Reality basieren und beim motorischen Lernen den externen Aufmerksamkeitsfokus fordern. Gebräuchliche Therapien zur Behandlung von Gonarthrose berücksichtigen diese Ansätze nicht. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein physiotherapeutisches Trainingsprogramm für Gonarthrose entwickelt, welches diese Ansätze beinhaltet. Ziel dieser Studie ist es dessen Wirksamkeit zu überprüfen und zu evaluieren.

**Methodik:** Es handelt sich hierbei um eine Pilotstudie, die als Single-Case Studie durchgeführt wurde. Für die Evaluierung des entwickelten physiotherapeutischen Trainingsprogrammes wurden KOOS, WOMAC, SUS, TUG, 6MWT, SEBT, Retention- und Transfertest und ROM ausgewählt. Das sind evidenzbasierte Messinstrumente und Assessment, die den Zustand des Probanden vor und nach der Intervention erheben sollen. Das physiotherapeutische Trainingsprogramm wurde über sechs Wochen, zweimal wöchentlich, von einem männlichen Probanden im Alter von 50 Jahren durchgeführt. Die Auswertung der gemessenen Daten erfolgte mittels deskriptiver Statistik.

**Ergebnisse:** Das physiotherapeutische Trainingsprogramm, welches sich auf motorisches Lernen mit dem externen Aufmerksamkeitsfokus bezieht und durch Einbringung von VR (Wii Fit) unterstützt wird, hat einen positiven Einfluss auf Körperstruktur und -funktion und Aktivität und Partizipation bei einem Probanden mit Gonarthrose erwirken können. Retention- und Transfertests lassen keine Aussage darüber zu, ob langfristige Lerneffekte beim motorisches Lernen erzielt werden konnten.

**Schlussfolgerung:** Diese Pilotstudie hat richtungsweisende Erkenntnisse für die Verwendung von Wii Fit in der orthopädischen Rehabilitation, insbesondere in der Behandlung von Gonarthrose, zum Vorschein gebracht. Auf Basis der Ergebnisse und ihrer Interpretation konnten Hypothesen generiert werden, auf denen weitere Forschungen aufbauen können.

**Keywords:** Gonarthrose, Motorisches Lernen, Externer Fokus, Plastizität, Virtual Reality

## I. Abstract

**Introduction:** The effects of an external focus of attention on motor learning in patients with osteoarthritis of the knee are widely unresearched. Several orthopaedic and neurological trials describe a successful application of exercise programs which are based on virtual reality and adopt an external focus of attention. Common methods of treatment for osteoarthritis of the knee do not contain these approaches. Within the scope of this bachelor thesis a physiotherapeutic exercise program, which uses the explained methods to treat osteoarthritis of the knee, was designed. The purpose of the present study is to evaluate this program.

**Methods:** This study was designed as a single-case pilot study. The KOOS, WOMAC, SUS, TUG, 6MWT, SEBT, Retention- and Transfer test and ROM were used to evaluate the developed physiotherapeutic exercise program. These are reliable and valid tools to assess the condition of the test person before and after the intervention. The physiotherapeutic exercise program was implemented twice a week over a period of six weeks. The test person was a fifty-year old man. For statistical analysis descriptive statistics were used.

**Results:** The developed physiotherapeutic exercise program, which is based on virtual reality (Wii Fit) and adopts an external focus of attention in motor learning, has improved parameters which measure body function and structure and activity and participation in a subject with osteoarthritis of the knee. Retention- and transfer tests can't say whether it was possible or not improving performance permanently in motor learning.

**Conclusion:** In this pilot study, important findings showed the advantages of using Wii Fit in the musculoskeletal rehabilitation, in particular for the treatment of osteoarthritis of the knee. Based on the results of the present study and the discussion of those results, it was possible to generate hypotheses on which further research can be done.

**Keywords:** Osteoarthritis of the knee, motor learning, external focus, plasticity, virtual reality

## II. Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Gonarthrose .....	2
1.2	Plastizität.....	3
1.3	Der Fokus beim motorischen Lernen.....	4
1.3.1	Virtual Reality .....	5
1.3.2	Anwendungsbeispiele in der Rehabilitation und Prävention von ACLR.....	6
1.4	Ziel der Studie und Fragestellung .....	8
2	Methodik .....	9
2.1	Studiendesign und Studienablauf .....	9
2.2	Studienteilnehmer .....	11
2.2.1	Einschlusskriterien .....	11
2.2.2	Ausschlusskriterien .....	11
2.3	Messinstrumente und Assessments .....	13
2.4	Auswahl des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes .....	15
2.4.1	Nintendo Wii Fit und Nintendo Balance Board.....	16
2.5	Ablauf der Messungen.....	19
2.6	Ablauf der Intervention .....	20
2.7	Auswertung der Daten.....	21
3	Ergebnisse .....	22
3.1	Daten aus den Messungen.....	22
3.2	SUS und Dokumentationsblatt.....	26
4	Diskussion.....	27
4.1	Neuroplastizität und motorisches Lernen.....	27
4.2	Interpretation anhand der ICF Ebenen .....	28
4.3	Einsatz in der orthopädischen Rehabilitation .....	30
4.4	Verletzungsrisiko .....	30

4.5	Limitationen.....	31
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	34
6	Literaturverzeichnis .....	35
A	Anhang: Informationsblatt .....	40
B	Anhang: Dokumentationsblatt .....	42
C	Anhang: WOMAC, KOOS und SUS .....	44
D	Anhang: Das physiotherapeutische Trainingsprogramm .....	52

### III.      **Abbildungsverzeichnis**

Tabelle 1:	Zeitplan der Bachelorarbeit I & II .....	9
Tabelle 2:	Basisdaten des Probanden .....	10
Abbildung 1:	Nintendo Balance Board .....	13
Abbildung 2:	Ausfallschritte werden trainiert, dabei soll auf das Bein am NBB so viel Gewicht gebracht werden, dass der rote Balken bis über die blaue Markierung reicht. ....	14
Abbildung 3:	Grafische Darstellung der Leistungssteigerung im Posttest .....	22
Abbildung 4:	Gegenüberstellung der Daten aus Pre- und Posttest – KOOS .....	23
Abbildung 5:	Gegenüberstellung der ROM im Pre- und Posttest .....	24
Abbildung 6:	Gegenüberstellung der Reichweite in cm beim SEBT im Pre- und Posttest (A= Anterior, AM= Anterio-medial, M= Medial, PM= Posterio-medial, P= Posterior, PL= Posterio-lateral, L= Lateral, AL =Anterio-lateral) .....	24
Abbildung 7:	Gegenüberstellung der Leistung beim Retentiontest aller Messzeitpunkte .....	25
Abbildung 8:	Gegenüberstellung der Reichweite in cm beim Transfertest (A= Anterior, PM= Anterio-medial, PL= Posterior-lateral) .....	25

#### **IV. Abkürzungsverzeichnis**

TFG	Tibiofemorales Gelenk
ICF	Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit
ACL	Vorderes Kreuzband (anterior cruciate ligament)
ACLR	Ruptur des vorderen Kreuzbandes
VR	Virtual Reality
NBB	Nintendo Balance Board
6MWT	6 Minute Walking Test
TUG	Timbed Up and Go Test
SEBT	Star Excursion Balance Test
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index
KOOS	Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score
ROM	Range of Motion
SUS	System Usability Score



## **Vorwort:**

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei allen bedanken, die mich seit Studienbeginn unterstützen und auf meinem Weg begleiten.

Ein besonderes Dankeschön gilt dabei jenen, die mich bei der Umsetzung dieser Studie unterstützt haben. Allen voran ist dabei mein Vater zu erwähnen. Danke, dass du dieses Prozedere über dich ergehen hast lassen und dabei auch noch Spaß hattest und mich so tatkräftig unterstützt hast. Dabei sind auch meine Mutter, mein Bruder und DC zu nennen – ein großes Dankeschön für eure Unterstützung, euren Input und den gebotenen Rückhalt.

Auch bei meiner Betreuerin FH-Prof. Barbara Wondrasch, PT, PhD möchte ich mich herzlich bedanken. Sie hat mir die Möglichkeit gegeben diese Studie selbstständig aufzubereiten und sich dabei immer aller meiner Fragen und Anliegen angenommen.

*Katharina Widhalm*

Inzersdorf, 02.02.2018

# 1 Einleitung

Weltweit ist die Gonarthrose die häufigste Gelenkerkrankung, neben der Arthrose des Hüftgelenks (Orth, Kohn & Madry, 2016). Empfehlungen für physiotherapeutische Therapie- und Behandlungsmethoden, die die Beschwerden von Patient/inn/en mit Gonarthrose bessern sollen, treffen in der Literatur sowohl einheitliche als auch widersprüchliche Aussagen. Konform präsentieren sich hingegen Aussagen über den zu erwartenden Therapieerfolg, der einheitlich als kurzfristig beschrieben wird (K. L. Bennell, Hall, & Hinman, 2016; Dailichau, Möller, Drewes & Finken, 2015; Fransen u. a., 2015; Kiselev, 2008).

Nach derzeitigem Stand der Forschung können langfristig bestehende Therapieerfolge durch gebräuchliche Therapie- und Behandlungsmethoden nicht erzielt werden. Somit stellt das Ausschöpfen der physiotherapeutischen Maßnahmen oftmals die Indikation für teure gelenkserhaltende oder gelenksersetzende operative Eingriffe, welche auch Risiken mit sich bringen können (Orth u. a., 2016).

Neben Erläuterung des Krankheitsbildes werden in weiterer Folge innovative Möglichkeiten zur Gestaltung eines physiotherapeutischen Trainingsprogrammes vorgestellt. Abschließend wird die Zielsetzung der Pilotstudie definiert und eine adäquate Fragestellung formuliert.

## 1.1 Gonarthrose

Als Gonarthrose bezeichnet man eine degenerative Gelenkerkrankung des TFG. Es entstehen Defekte am hyalinen Knorpel, welche den pathologischen Umbau des subchondralen Knochens nach sich tragen. Unterschieden wird zwischen der primär idiopathischen, der primären und der sekundär entstandenen Gonarthrose. Ursachen für das Entstehen der primären Gonarthrose sind beispielsweise die Überlastung des Kniegelenks durch schwere körperliche Arbeit oder eine Beinachsenfehlstellung. Eine sekundäre Gonarthrose entwickelt sich posttraumatisch, nach Infektionen oder im Laufe rheumatoider Erkrankungen des Bewegungsapparates. In weiterer Folge sind sowohl angrenzende Strukturen wie die Muskulatur, Ligamenta, Menisken und die Synovialmembran, als auch das neurosensorische System betroffen. Es kommt zu pathologischen Veränderungen im gesamten Gelenk (Orth u. a., 2016). Der aufgrund seines eingeschränkten Stoffwechsels kaum regenerationsfähige bradytrophe Knorpel leidet unter dem dadurch gestörten interstitiellen Flüssigkeitsaustausch, wird unelastisch und in weiterer Folge entstehen die beschriebenen irreversiblen Schäden (Schünke, Schulte & Schumacher, 2014).

Als Leitsymptome werden neben Schmerzen vor allem funktionelle und strukturelle Einschränkungen beschrieben, Aktivität und Partizipation leiden als Folge davon darunter (Kiselev, 2008). Das bedeutet, dass die Betroffenen aufgrund ihrer Gelenkerkrankung nicht nur unter Schmerzen und Bewegungseinschränkungen leiden, sondern auch in der Bewältigung ihres Alltags und der Ausübung ihrer Interessen und Hobbies eingeschränkt sind.

Die Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit, kurz ICF, ermöglicht es Symptome und Einschränkungen bei Gonarthrose und anderen Pathologien im Befund strukturiert und übersichtlich darzustellen. Dazu unterteilt die ICF die von ihr beschriebenen Komponenten von Gesundheit in Körperfunktion und -struktur und Aktivitäten und Partizipation. So soll es möglich sein anhand eines standardisierten, einheitlichen Systems weltweit, interdisziplinär und für jedermann verständlich, Informationen über die Funktionsfähigkeit, Gesundheitszustände und die gesundheitliche Versorgung zur Verfügung zu stellen und auszutauschen (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, 2012).

Das Ziel aller physiotherapeutischer Maßnahmen ist die Besserung auf Ebene der Körperfunktion und -struktur und die Aktivität und Partizipation der Patient/inn/en zu erhalten (Orth u. a., 2016).

Diagnostiziert wird die Gonarthrose anhand von bildgebenden Diagnoseverfahren. Bei einer Röntgenaufnahme schließt man bei weniger als 2mm Gelenkspaltbreite des TFG auf eine ausgeprägte Degeneration des hyalinen Knorpels. Bildgebende Diagnoseverfahren sagen aber nur wenig über den tatsächlichen Zustand von Patient/inn/en aus, denn die Symptome bei radiologisch diagnostizierten Gonarthrosen variieren stark. Im frühen Arthrosestadium tritt Schmerz meist nur nach Belastung auf. Umso fortgeschrittener die Degeneration des Knorpels ist, desto eher klagen die Patient/inn/en auch über Ruhe- und Nachtschmerz und einer zunehmenden Bewegungseinschränkung (Orth u. a., 2016).

Aus der Studie von Fransen, McConnell, Harmer, Van der Esch, Simic und Bennell (2015) geht klar hervor, dass mit sämtlichen physiotherapeutischen Trainingsprogrammen ein kurzzeitig positiver Effekt auf die schon genannten Symptome bei Gonarthrose erzielt werden kann. Weitere Forschung ist nötig um Möglichkeiten zu finden mit physiotherapeutischen Trainingsprogrammen auch einen langfristig anhaltenden Effekt zu erzielen.

## **1.2 Plastizität**

Schon vor 20 Jahren messen Jerosch, Schmidt und Prymka (1997) mittels Winkelreproduktionstests, dass die propriozeptive Leistungsfähigkeit von Patient/inn/en mit Gonarthrose herabgesetzt ist, der Grund dafür wird aber erst viel später entdeckt. Die dafür verantwortlichen strukturellen neuroplastischen Veränderungen und Veränderungen im peripheren und zentralen Nervensystem wurden bei der Erforschung verschiedener chronischer Erkrankungen des Bewegungsapparates, wie zum Beispiel der Gonarthrose, entdeckt. Pelletier, Higgins und Bourbonnais (2015) empfehlen aufgrund dessen in bestehende Rehabilitationsprogramme Inhalte aufzunehmen, die das motorische Lernen und adäquat starke äußere Reize beinhalten um neuroplastische Veränderungen anregen zu können.

Shanahan, Hodges, Wrigley, Bennell und Farrell (2015) beschreiben nun den Zusammenhang von Gonarthrose und struktureller Veränderungen im Gehirn. Als Reorganisation des Gehirns beschrieben, beinhaltet diese Veränderung auch die neuronale Plastizität. Die neuronale Plastizität bezieht sich auf die Fähigkeit des Nervensystems, sich in Verbindung mit Erfahrungen morphologisch und funktionell zu ändern und auch anzupassen. In der Studie von Shanahan u. a. (2015) wird deutlich gemacht, dass bei Gonarthrose plastische Veränderungen im motorischen Kortex passieren und mit deren herabgesetzter motorischer Leistungsfähigkeit in Verbindung gebracht werden können. Es könnte somit ein Zusammenhang zwischen der veränderten Bewegungskontrolle von Patient/inn/en mit Gonarthrose

und strukturellen Veränderungen im Gehirn bestehen. Die veränderte Bewegungskontrolle äußert sich anhand eines veränderten Gangmusters, veränderter Muskelaktivierungsmuster, verminderter Muskelkraft des M. quadriceps femoris als auch herabgesetzter propriozeptiver Leistungsfähigkeit.

Im Gegensatz zu den vorher genannten Erkenntnissen berichten Ward u. a. (2016), dass von Nocizeptoren generierte traumatisch bedingte Schmerzen, wie zum Beispiel nach einer Ruptur des ACL oder Schmerzen bei Gonarthrose, nicht ausreichen um tatsächliche Veränderungen im Gehirn zu bewirken.

Nach aktuellem Stand der Wissenschaft ist somit weitere Forschung notwendig um den Zusammenhang zwischen Plastizität, biomechanischer Funktion des Kniegelenks und Schmerz festzustellen. Nichtsdestotrotz wird durch die tatsächlich gemessene kortikale Reorganisation die Möglichkeit eines Behandlungsansatzes für Gonarthrose aufgezeigt (Shanahan u. a., 2015). Insofern könnten physiotherapeutische Therapie- und Behandlungsmethoden eine erneute Modifikation der kortikalen Veränderungen in Verbindung mit Schmerzreduktion und verbesserter Gelenksfunktion bewirken. Durch Einsatz der in den folgenden Kapiteln beschriebenen Strategien soll es gelingen ausreichend Reize zu setzen um die Neuroplastizität anzusprechen und somit erfolgreich motorisch zu lernen.

### **1.3 Der Fokus beim motorischen Lernen**

Wie der Fokus der Aufmerksamkeit beim Erlernen einer motorischen Fähigkeit verwendet wird, hat Einfluss auf den Erfolg. Wulf und Prinz (2001) haben in ihrer Publikation den Einfluss des Fokus der Aufmerksamkeit auf motorisches Lernen untersucht. Es wird zwischen dem externen Fokus und dem internen Fokus unterschieden. Erfolgreiches motorisches Lernen gelingt demnach, wenn man den Fokus auf den Effekt der Bewegung lenkt, was als der externe Fokus beschrieben wird. Vom internen Fokus spricht man, wenn der Fokus der Aufmerksamkeit auf die Bewegung an sich gelenkt wird.

Benjaminse und Otten (2011) unterscheiden zusätzlich zum internen und externen Aufmerksamkeitsfokus das inzidentelle Lernen vom intentionalem Lernen. Das inzidentelle Lernen beschreibt das Erlernen motorischer Fertigkeiten ohne Intention diese explizit zu erlernen. Die motorischen Fertigkeiten sollen ohne internen Aufmerksamkeitsfokus erlernt und automatisiert werden. Im Vergleich dazu beschreibt intentionelles Lernen den Erwerb motorischer Fertigkeiten anhand des internen Fokus. Für den Erwerb komplexer motorischer Fertigkeiten und deren Automatisierung ist das inzidentelle Lernen geeigneter als das intentionelle Lernen.

In einer Studie in der die Balance trainiert wurde, beschreiben Wulf und Lewthwaite (G. Wulf & Lewthwaite, 2016) die unterschiedliche Umsetzung der Anwendung vom externen und internen Fokus und deren Ergebnisse. Proband/inn/en trainierten am Skisimulator und auf einer Balanceplattform. Die Gruppe, die ihre Aufmerksamkeit auf den externen Fokus lenken sollte, konzentrierte sich am Skisimulator auf den Druck, den sie mit dem eigenen Körpergewicht auf den Simulator brachten und auf der Balanceplattform auf vorher angebrachte Marker. Die Gruppe, die ihre Aufmerksamkeit auf den internen Fokus lenken sollte, fokussierte am Skisimulator und auf der Balanceplattform die eigenen Füße. Die mit Einsatz des externen Aufmerksamkeitsfokus trainierenden Gruppen erbrachten in den durchgeführten Experimenten eine verbesserte motorische Leistung.

Auch die Entfernung zwischen dem Objekt und seinem Effekt spielt dabei eine Rolle (McNevin, Shea & Wulf, 2003). Der Lerneffekt kann noch einmal verstärkt werden, indem der Fokus auf den gewünschten weiter entfernten Bewegungseffekt gelenkt wird und sich somit ein Automatisierungsprozess einschaltet. Durch diesen Prozess kann die motorische Leistung auf physischer Ebene effektiver erbracht werden. Das motorische Lernen erfolgt mit geringerer Muskelaktivität, Herzfrequenz und Sauerstoffverbrauch, die Bewegungseffizienz wird verbessert.

Ein weiterer Faktor, der in dieser Thematik positive Motivation schaffen soll, ist der Einsatz von positivem Feedback. Das dadurch im Körper ausgeschüttete Dopamin trägt maßgeblich zu neuroplastischen Veränderungen bei, welche einen positiven Einfluss auf das motorische Lernen haben (G. Wulf & Lewthwaite, 2016).

Somit ist neben dem Einsatz des externen Fokus auch die Motivierung der Patient/inn/en eine Voraussetzung für das Erreichen einer optimalen motorischen Leistung und das Ansprechen der Neuroplastizität. Um weitere Reize zu setzen, kann beim motorischen Lernen zusätzlich die Entfernung zwischen dem Objekt und seinem Effekt vergrößert werden.

### **1.3.1 Virtual Reality**

Der Eingliederung von Virtual Reality (VR) in klassische Therapie- und Behandlungsmethoden wird in der Literatur vielseitiger Nutzen zugeschrieben. Es lässt sich nicht nur Monotonie zugunsten gesteigerter Motivation vermeiden, sondern auch dual-task Training umsetzen. Des Weiteren profitieren die Patient/inn/en beim Training mit VR vom direkten Feedback (Bonnechère, Jansen, Omelina & Van Sint Jan, 2016). Auch das motorische Lernen kann durch den mittels VR ermöglichten Einsatz des externen Aufmerksamkeitsfokus optimiert werden (Molina, Ricci, de Moraes & Perracini, 2014). Die Patient/inn/en profitieren

zusätzlich davon, dass die Ausführung von Bewegungsabläufen im Rahmen des Trainings mit VR der Kinematik in vergleichbaren Situationen im alltäglichen Leben bemerkenswert ähnlich sind (Gokeler u. a., 2016).

Die Möglichkeit VR in der Physiotherapie einzusetzen wird bereits umfangreich in der Therapie neurologischer Krankheitsbilder genutzt. In dieser Sparte ist vor allem die Nintendo Wii populär und auf ihre Evidenz geprüft. Mit dem Einsatz dieser interaktiven Spielkonsole wird den Patient/inn/en nicht nur ermöglicht selbstständig zu trainieren, während dem Training bekommen sie auch direktes Feedback über die Konsole. Ficklscherer u.a. (2016) untersuchten in ihrer Studie deshalb, ob der zusätzliche Einsatz von VR auch in der orthopädischen Rehabilitation einen Nutzen hat. Trainiert wurde die Beweglichkeit des Kniegelenks nach operativen Eingriffen. Obwohl es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe gab, konnte die Motivation der Patient/inn/en in der Interventionsgruppe überaus positiv angesprochen werden, was langfristig maßgeblich zu Erfolgen beitragen kann.

Wii Fit Trainingsprogramme die für an Morbus Parkinson erkrankte Patient/inn/en entwickelt wurden, haben hingegen einen positiven Effekt auf die Balance, funktionelle Aktivitäten und die Lebensqualität der Patient/inn/en (Liao, Yang, Wu & Wang, 2015). Empfohlen wird der Einsatz von VR in Form des Nintendo Balance Boards (NBB) in der orthopädischen Rehabilitation, da es leistbar, für Patient/inn/en ausführbar und sicher ist (Baltaci, Harput, Haksever, Ulusoy & Ozer, 2013).

### **1.3.2 Anwendungsbeispiele in der Rehabilitation und Prävention von ACLR**

Da bislang kaum erforscht wurde, wie sich der Einsatz der in den letzten Kapiteln beschriebenen Möglichkeiten auf das motorische Lernen bei Gonarthrose auswirkt, werden im Folgenden Studien aus der Rehabilitation und zur Prävention von ACLR vorgestellt, bei denen ihr Einsatz erfolgreich war.

Als Resultat erfolgreichen motorischen Lernens die Position des Knies erfassen und daraufhin auf die Position des gesamten Körpers schließen zu können, eröffnet den Patient/inn/en die Möglichkeit einer adäquaten Problemlösung in Gefahrensituationen (Benjaminse & Otten, 2011). Wenn eine solche Gefahrensituation eintritt und es wegen einer inadäquaten Reaktion zur Ruptur des ALC kommen sollte, besteht ein großes Risiko an einer posttraumatischen Kniearthrose zu erkranken (Benjaminse, Lemmink, Diercks & Otten, 2010).

Benjaminse und Otten (2011) stellen Möglichkeiten zur Prävention von ACLR vor, die richtungsweisend auf dem Konzept des externen Fokus basieren. Diese sollen beim Training von Kraft, Balance und Koordination eingesetzt werden. In der Studie ist der in Kapitel 1.3. beschriebene Automatisierungsprozess beim motorischen Lernen, als auch eine verbesserte motorische Leistung beim Umlegen der erlernten Fähigkeit auf alltägliche Umweltsituationen zu beobachten.

Mit dem Einsatz von VR lassen sich nicht nur reale Szenarien nachstellen, es wird auch die Fähigkeit des ZNS motorisch zu lernen angesprochen. Der beim Training mit VR gesetzte externe Fokus optimiert Bewegungsabläufe. Somit wird eine langfristige Automatisierung und Speicherung der motorischen Fertigkeiten erreicht (Benjaminse, Otten, Gokeler, Diercks & Lemmink, 2015).

Bei der Rehabilitation einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes (ACLR) werden im Alltag und bei der Wiederaufnahme von Sport veränderte Bewegungsmuster sowie eine veränderte Belastung des betroffenen Knies beobachtet, welche sich ähnlich denen der an Gonarthrose erkrankten Patient/inn/en darstellen. Durch den Einsatz von VR und des externen Aufmerksamkeitsfokus lassen sich die Bewegungsmuster im Laufe der Rehabilitation sogar mit denen von gesunden Proband/inn/en vergleichen (Gokeler u. a., 2016).



## **1.4 Ziel der Studie und Fragestellung**

Die Effekte des externen Fokus auf das motorische Lernen bei Gonarthrose sind relativ unerforscht. Aufgrund der vorgestellten Studien, die in dieser Hinsicht signifikante Besserungen bei der Rehabilitation von Patient/inn/en mit ACLR aufzeigen und positive Ergebnisse in der neurologischen Rehabilitation beschreiben, wird angenommen, dass auch bei Gonarthrose Besserungen zu beobachten sind. Des Weiteren ist es bei Gonarthrose bislang nur möglich kurzzeitige Therapie- und Behandlungserfolge zu erreichen. Durch Einsatz der beschriebenen Strategien soll es gelingen ausreichend Reize zu setzen um die Neuroplastizität anzusprechen und somit auch langfristige Erfolge zu erzielen.

Durch Zusammenspiel aller bisher beschriebener Faktoren ergibt sich die Fragestellung, ob ein physiotherapeutisches Trainingsprogramm, welches sich auf motorisches Lernen mit dem externen Aufmerksamkeitsfokus bezieht und durch Einbringung von VR (Wii Fit) unterstützt wird, einen positiven Einfluss auf Körperstruktur und -funktion und Aktivität und Partizipation bei Gonarthrose hat.

Ziel dieser Pilotarbeit ist es zu evaluieren, wie sich das entwickelte physiotherapeutische Trainingsprogramm mit Schwerpunkt am externen Fokus auf das motorische Lernen eine/s/r Patient/en/in mit Gonarthrose auswirkt. Abschließend sollen Hypothesen generiert werden auf deren Basis weitere Forschungen folgen können.

## **2 Methodik**

Im Folgenden werden die in dieser Studie angewendeten Methoden und das verwendete Material dargestellt. Des Weiteren wird der Ablauf der Messungen, der Intervention und der Auswertung der erhobenen Daten beschrieben.

### **2.1 Studiendesign und Studienablauf**

Die Studie wurde als eine Single-Case Pilotstudie durchgeführt. Die Planung der Studie erfolgte im Rahmen der Bachelorarbeit I durch eine Studentin des Bachelorstudiengangs Physiotherapie an der FH St. Pölten im Sommersemester 2017.

Die Konkretisierung des Themas und seine wissenschaftliche Relevanz sowie die Formulierung der Forschungsfrage wurden von April 2017 bis Ende Mai 2017 erarbeitet. Die genaue Zusammenstellung und Auswahl der Messinstrumente und der physiotherapeutischen Assessments, des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes auf der Nintendo Wii, sowie die erfolgreiche Rekrutierung des Probanden erfolgte bis Ende Juni 2017. Um die Anwendung der Messinstrumente und Assessments einzuüben wurde im Sommer 2017 ein Testversuch durchgeführt. Ebenfalls in diesen Zeitraum fallen mehrere Probedurchgänge der Intervention, um deren reibungslosen Ablauf zu gewährleisten.

Die Umsetzung der Studie, als auch die Auswertung der Messergebnisse und deren Diskussion erfolgten im Wintersemester 2017/2018 im Rahmen der Bachelorarbeit II. Im November und Dezember 2017 wurde das sechswöchige physiotherapeutische Trainingsprogramm vom Probanden durchgeführt, an dessen Beginn und Ende die Erhebung der Evaluierungsparameter mittels der ausgewählten Messinstrumente und Assessments stand. Die Auswertung und Interpretation der erhobenen Daten sowie die kritische Betrachtung der gewonnenen Erkenntnisse erfolgten im Jänner 2018.

Um die oben erläuterten Schritte zu veranschaulichen findet sich ein genauer Zeitplan in Tabelle 1.

<b>Zeitraum</b>	<b>April 17</b>	<b>Mai 17</b>	<b>Juni 17</b>	<b>Juli 17</b>	<b>Aug 17</b>	<b>Sep 17</b>	<b>Okt 17</b>	<b>Nov 17</b>	<b>Dez 17</b>	<b>Jän 18</b>
<b>Konzepterarbeitung</b>										
<b>Auswahl von Material und Methoden</b>										
<b>Rekrutierung des Probanden</b>										
<b>Verfassung Bachelorarbeit I</b>										
<b>Probedurchführungen und Testversuche</b>										
<b>Durchführung der Messungen und der Intervention</b>										
<b>Auswertung der Daten</b>										
<b>Verfassung Bachelorarbeit II</b>										

*Tabelle 1: Zeitplan Bachelorarbeit I und II*

## 2.2 Studienteilnehmer

Der Proband, der alle Einschluss- und Ausschlusskriterien erfüllt, wurde aus dem Bekann-tenkreis der Autorin rekrutiert. Hierfür wurde ein Informationsblatt (Anhang A) erstellt, wel-ches den Probanden genau über die Studie aufklären soll. Es wird neben der Erläuterung des wissenschaftlichen Hintergrundes vor allem der genaue Ablauf der Studie erklärt. Dem zukünftigen Probanden werden dabei die Maßnahmen zur Erhebung seines Zustandes vor und nach der Intervention und die Durchführung der Intervention veranschaulicht.

In Tabelle 2 werden die Basisdaten des Studienteilnehmers dargestellt.

<b>Geschlecht</b>	<b>Alter (Jahre)</b>	<b>Gewicht (kg)</b>	<b>Größe (cm)</b>
männlich	50	102	178

*Tabelle 2: Basisdaten des Probanden*

### 2.2.1 Einschlusskriterien

Die Einschlusskriterien für diese Studie wurden folgendermaßen definiert:

- 45 – 70 Jahre
- diagnostizierte Gonarthrose Grad 2-3
- allgemeiner Schmerz, länger als 6 Monate im betroffenen Gelenk
- Der Proband muss kognitiv und physisch in der Lage sein das physiotherapeutische Trainingsprogramm durchzuführen.

### 2.2.2 Ausschlusskriterien

Die Ausschlusskriterien für diese Studie wurden folgendermaßen definiert:

- Aktivierte Arthrose im betroffenen Gelenk
- Andere muskuloskeletale Erkrankungen am betroffenen Gelenk
- Knieprothesen oder Hüftprothesen an der betroffenen Extremität
- Diagnostische Eingriffe am betroffenen Gelenk in den letzten 12 Monaten
- Operative Eingriffe am betroffenen Gelenk in den letzten 2 Jahren
- Verletzungen der Kreuzbänder/Menisken in den letzten 5 Jahren
- Zentrale/Periphere Neuropathien

- Einnahme von Kortikosteroiden
- Dauermedikation von NSAR, bei Bedarf jedoch kein Ausschlusskriterium
- Drogenkonsum und/oder Alkoholkonsum

## 2.3 Messinstrumente und Assessments

Um den Zustand des Probanden vor und nach Durchführung des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes vergleichen zu können, müssen Wiederbefundparameter erhoben werden. Durch diese ist es möglich das in Kapitel 2.5 vorgestellte physiotherapeutische Trainingsprogramm zu evaluieren und darzustellen, ob ein motorischer Lernerfolg stattgefunden hat. Das erfolgt durch ausgewählte, reliable und valide Messinstrumente und Assessments, welche in der Physiotherapie etabliert sind. Die gemessenen Parameter lassen sich anhand der ICF Ebenen klassifizieren, welche in Körperfunktion und -struktur sowie Aktivität und Partizipation unterteilt werden. Beeinträchtigungen können anhand dieses Systems identifiziert und in den klinischen Denkprozess aufgenommen werden (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, 2012). Bei allen Tests ist auf die Standardisierung bei der Durchführung zu achten (K. Bennell, Dobson & Hinman, 2011; Kaminski & Gribble, 2003).

Der 6 Minutes Walking Test (6MWT) ist ein valides und reliables Assessment, das die zurückgelegte Gehstrecke auf einem harten, ebenen Untergrund misst. Dabei werden Ausdauer und Gehfähigkeit beurteilt, der Test wird auf einer 30 m langen, gut markierten Strecke durchgeführt. Es darf pausiert werden, die Zeit läuft aber weiter. Der 6MWT wird als geeigneter Test bei Gonarthrose beschrieben. Des Weiteren ist er sensibel genug um auf Veränderungen nach Interventionen anzusprechen (K. Bennell u. a., 2011).

Der Timed Up and Go Test (TUG) eruiert die Mobilität von Patient/inn/en, nach ICF kann man diesen Parameter der Aktivität und Partizipation zuordnen und spricht dabei auch Kraft, Balance und Agilität an. Es wird die Zeit gemessen, die die Testperson braucht, um von einem standardisierten Stuhl aufzustehen, 3 m vorwärts zu gehen, zu wenden, retour zu gehen und sich wieder hinzusetzen. Hilfsmittel dürfen bei diesem Assessment verwendet werden, es dürfen zwei Testversuche durchgeführt werden. Der Test wurde auf Validität und Reliabilität geprüft und wird als geeignetes Instrument zur Evaluierung von Beschwerden bei Gonarthrose empfohlen (K. Bennell u.a., 2011).

Der Star Excursion Balance Test (SEBT) ist ein valides und reliables Assessment, mit welchem sich die Effizienz trainingstherapeutischer Maßnahmen messen lässt (Gribble, Hertel & Plisky, 2012). Evaluert wird die dynamische Posturale Kontrolle, die bei Gonarthrose aufgrund herabgesetzter Kraft des M. quadriceps femoris und eines reduzierten Bewegungsausmaßes in Mitleidenschaft gezogen ist (Kiselev, 2008). Kaminski und Gribble (2003) erläutern in ihrer Arbeit die genaue Durchführung des SEBT. In dieser Studie wurde das von ihnen beschriebene Prozedere angewendet, das rechte Bein war das Standbein.

Der Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) ist ein reliables, valides und responsives Messinstrument bei Gonarthrose. Der WOMAC klassifiziert die Auswirkungen dieser Erkrankung auf den ICF Ebenen. Der Gesundheitszustand der Patient/inn/en wird in den Dimensionen Schmerz, Steifigkeit und Alltagsaktivitäten evaluiert, dabei sind insgesamt 24 Fragen zu beantworten (Amir, 2007).

Der Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) misst den Schmerz, andere Symptome, Funktionen des täglichen Lebens, Funktionen in Sport und Freizeit und die Lebensqualität bei Gonarthrose. Der KOOS ist ein valides und reliables Instrument um Änderungen des subjektiv empfundenen Gesundheitszustandes von Patient/inn/en nach einer Intervention zu erfassen. Der Fragebogen evaluiert die Meinung der Betroffenen über ihr erkranktes Knie und die damit verbundenen Beschwerden anhand von 42 Fragen die auf fünf Kapitel aufgeteilt sind (Roos & Lohmander, 2003).

Der System Usability Score (SUS) ist ein valider und reliabler Fragebogen, um die Handhabbarkeit verschiedener Produkte oder Services zu beurteilen. Dabei werden zehn Aussagen beurteilt, die abwechselnd negativ oder positiv sind. Der valide und reliable Fragebogen stellt ein geeignetes Messinstrument dar, um die Handhabbarkeit von Wii Fit in der Umsetzung des zu evaluierenden physiotherapeutischen Trainingsprogrammes darzustellen.

Retention- und Transfertests messen den Lerneffekt beim motorischen Lernen. Das Ziel der Intervention in dieser Studie ist es, nicht nur einen langfristigen Lerneffekt zu erzielen, sondern auch die im physiotherapeutischen Trainingsprogramm erlernten motorischen Fertigkeiten in den Alltag zu übertragen. Dies entspricht der Ebene von Aktivität und Partizipation der ICF. Beim Retentionstest wird eine geübte, definierte motorische Fertigkeit ausgeführt, wobei der Transfertest eine Variation dieser Fertigkeit beinhaltet. Um den motorischen Lernerfolg im vorliegenden Studiendesign messen zu können, ist der Retentionstest an allen drei Messzeitpunkten aufzuführen. Der Transfertest wird erstmalig nach dem Behaltensintervall absolviert, was den Zeitraum zwischen Beendigung der Intervention und Durchführung der Tests beschreibt, der mindestens einen Tag betragen soll. Anhand des Behaltensintervalls werden temporäre Einflüsse auf die geübte motorische Fertigkeit ausgeschlossen (G. Wulf, 2007). Der in Kapitel 2.4.1 beschriebene Basic-Balance-Test fungiert in der vorliegenden Studie als Retentionstest, im Fitnessspiel Wii Fit dient er um den Trainingsfortschritt messen zu können (Bonnechère, Jansen, Omelina, Rooze & Van Sint Jan, 2015). Als Transfertest wurde ein vereinfachter SEBT verwendet (Gribble u. a., 2012). Um eine größere Differenzierung zum SEBT zu erreichen wurde der sogenannte Y-Test von

der Autorin der Studie modifiziert. Die Testperson steht mit dem Standbein auf einer instabilen Unterlage, dem Airex Balance Pad, und führt den Test aus. Somit steigen die Anforderungen an das Gleichgewicht und an die Stabilisierung der Beinachse im Einbeinstand.

Die Range of Motion (ROM) der Kniegelenke des Probanden wird mit einem Goniometer gemessen. Die ROM dient als Wiederbefundparameter, er lässt sich in die Ebene von Körperfunktion und -struktur der ICF einordnen (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, 2012).

Um die durchgeführten Trainingseinheiten zu dokumentieren und die subjektiven Erfahrungen des Probanden während der Durchführung der Intervention festzuhalten, wurde ein Dokumentationsblatt erstellt (Anhang B). Die darauf gesammelten Informationen sollen bei der Interpretation der in den Messungen gesammelten Daten helfen und die daraus resultierenden Ergebnisse untermauern oder ihnen widersprechen. Außerdem können mögliche Limitationen aufgezeigt werden.

## **2.4 Auswahl des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes**

Es wurde ein physiotherapeutisches Trainingsprogramm mit dem Ziel des erfolgreichen motorischen Lernens bei Gonarthrose erstellt, das im Rahmen der Bachelorarbeit II evaluiert wird. Es soll ein positiver Effekt auf die in Kapitel 2.3. beschriebenen Wiederbefundparameter messbar sein, die sich anhand der ICF Ebenen klassifizieren lassen.

Um erfolgreiches motorisches Lernen zu initiieren, stellt die Nintendo Wii mit Wii Fit ein ideales Instrument zur Kombination der in Kapitel 1 beschriebenen Möglichkeiten dar. Nach aktuellem Stand der Forschung existiert noch kein physiotherapeutisches Trainingsprogramm für Gonarthrose, das die Nintendo Wii und das Spiel Wii Fit einsetzt. Baltaci, Harput, Haksever, Ulusoy und Ozer (2013) erforschten in ihrer Studie, welchen Effekt der Einsatz des NBB bei der Rehabilitation von vorderen Kreuzbandplastiken auf die dynamische Balance und die isokinetische Kraft des betroffenen Kniegelenks hat. Sie berufen sich dabei auf Ergebnisse aus der neurologischen Rehabilitation, dort wird in Trainingsprogrammen das NBB eingesetzt um neben der Gleichgewichtskontrolle auch funktionelle Aktivitäten und motorische Fertigkeiten zu trainieren. Mit ihrer Intervention konnte eine Verbesserung der Muskelkraft, Propriozeption, Koordination und Balance gemessen werden, auch wenn der Erfolg den Ergebnissen der Kontrollgruppe ähnlich war. Diese Studie empfiehlt den Einsatz von VR in der Form von Wii Fit und des dazugehörigen NBB in der orthopädischen Rehabilitation, da es leistbar, für Patient/inn/en ausführbar und sicher ist.



### 2.4.1 Nintendo Wii Fit und Nintendo Balance Board

Wii Fit ist ein Fitnessspiel für die Nintendo Wii Spielkonsole, gesteuert wird es über eine Bluetooth-Fernbedienung. Für die Verwendung ist das NBB (Abbildung 1) essentiell, es wird ein Fernseher benötigt (Baltaci u. a., 2013).



Abbildung 1: Nintendo Balance Board

Beim Start des Spiels wird zuerst der Fitnesszustand des/der Spieler/in erhoben. Darauf basieren die Intensität und das Ausmaß der Übungen. Dies erfolgt zuerst über den BMI, die benötigten Daten müssen dafür eingegeben werden. In weiterer Folge wird ein Basis-Balance-Test am NBB durchgeführt um das Wii Fit-Alter zu eruieren. Hierfür wird die Fähigkeit des Probanden ermittelt, sein Gewicht gleichermaßen auf beide Beine zu verteilen und dabei den Körperschwerpunkt genau über dem Körpermittelpunkt zu halten. Dieser Test dient als Grundlage für die Berechnung des Wii Fit-Alters, welches dem Probanden seinen persönlichen motorischen Lernfortschritt veranschaulicht.

Das NBB ist ein Teil von Wii Fit. Das Board erkennt Bewegungen daran, wie das Gewicht der spielenden Person auf ihm verteilt ist und ermittelt dadurch den Körperschwerpunkt. Im NBB sind vier Drucksensoren verarbeitet, die sensibel Gewichtsverlagerungen erkennen können und diese in der Übungssituation verwenden um eine korrekte Ausführung der Übungen zu erzielen (<http://ms2.nintendo-europe.com/wiifit/deDE/>, 2017). In Abbildung 2 wird anhand des Ausfallschritts dargestellt, wie der externe Aufmerksamkeitsfokus erzielt werden kann.

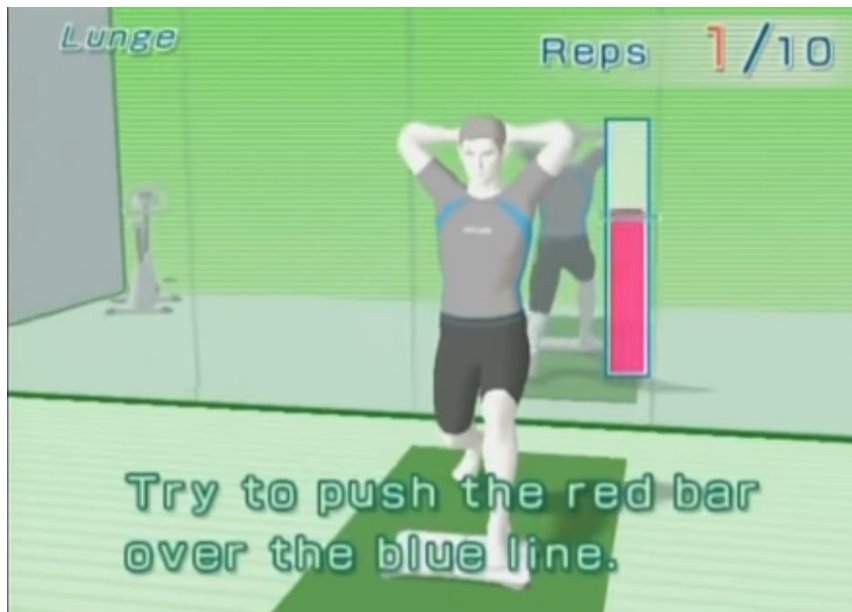


Abbildung 2: Ausfallschritte werden trainiert, dabei soll auf das Bein am NBB so viel Gewicht gebracht werden, dass der rote Balken bis über die blaue Markierung reicht.

In der vorliegenden Pilotstudie wird die Nintendo Wii mit dem Spiel Wii Fit und dem dazugehörigen NBB als Basis für das erstellte physiotherapeutische Trainingsprogramm verwendet. Die im Fitnessspiel auswählbaren Aktivitäten und Übungen trainieren Balance, Haltung, Ausdauer und Kraft der spielenden Person. Für die geplante Intervention wurden Übungen ausgewählt, welche sowohl die Kraft der Oberschenkelmuskulatur, Hüftmuskulatur und der Rumpfmuskulatur, als auch Balance und Beweglichkeit trainieren. Vor allem das Training des M. quadriceps femoris ist essentiell, da eine Verbesserung seiner Muskelkraft in der Literatur mit einer Verbesserung der Symptome des arthrotischen Kniegelenks in Verbindung gebracht wird (Kiselev, 2008). Des Weiteren sollen die Übungen eine Verbesserung der Beinachse mit sich bringen und die dynamische Posturale Kontrolle, Balance und Beweglichkeit trainieren, die laut Orth u.a. (2016) bei Gonarthrose betroffen sind. Der mit der Nintendo Wii erzielte externe Aufmerksamkeitsfokus beim Üben soll das erfolgreiche motorische Lernen ermöglichen.

Das physiotherapeutische Trainingsprogramm ist detailliert in Anhang D dargestellt. Es beinhaltet mehrgelenkige, konzentrische, exzentrische und isometrische Übungen. Ausgewählt wurden diese aus den Kategorien Muskel – Übungen und Yoga – Haltungen. Um ein abwechslungsreiches Üben zu ermöglichen wurden zwei verschiedene Settings entworfen, damit soll die Motivation des Probanden positiv angesprochen werden. Die Intensität und das Ausmaß der Übungen werden automatisch, auf Basis des Basis-Balance-Tests, vorgegeben und adaptieren sich mit dem Fortschritt und dem motorischen Lernerfolg, der beim

Üben erreicht wird. Nach der Durchführung jeder Übung werden Punkte vergeben, an denen man seinen Trainingserfolg messen kann.

Der Aufbau setzt sich folgendermaßen zusammen:

- Vor jeder Übungseinheit erfolgt ein Aufwärmen durch die Wii Fit Aerobicübung Step-Basic.
- Setting 1:
  - Ausfallschritt
  - Seitschwung
  - Diagonales Stretching
  - Der Stuhl
- Setting 2:
  - Rudern
  - Beinstrecker
  - Die Brücke
  - Der Baum
- Abschließend wird das Balancespiel Ski-Slalom gespielt. Damit soll die Motivation angesprochen werden.

## 2.5 Ablauf der Messungen

Die Messzeitpunkte für die Erhebung der in Kapitel 2.3 beschriebenen Evaluierungsparameter wurden vor und nach der Intervention determiniert. Um zu eruieren ob langfristig erfolgreiches motorisches Lernen erzielt werden konnte, wurde ein dritter, späterer Messzeitpunkt festgelegt. Zur Veranschaulichung der Hintergründe, des Zwecks und der Rahmenbedingungen der Studie wurden dem Probanden schon vorab das Informationsblatt (siehe Kapitel 2.2) sowie die Einverständniserklärung der Fachhochschule St. Pölten zugesandt. Alle Messungen wurden von der Studentin in einem Seminarraum der Fachhochschule St. Pölten durchgeführt.

Vor Beginn der ersten Messung wurde mit dem Probanden ein zusätzliches aufklärendes und informatives Gespräch geführt, außerdem wurde er auf die Verwendung und Durchführung aller Messinstrumente und Assessments vorbereitet. Diese sind im Kapitel 2.3 genau nachzulesen, ergänzendes Material zu den dort beschriebenen Fragebögen findet sich im Anhang C. Nachdem der Proband die unterschriebene Einverständniserklärung der Studentin ausgehändigt hatte wurde der Pretest durchgeführt, danach die erste Trainingseinheit. Zuerst wurden vom Probanden die Fragebögen ausgefüllt und danach die ROM des betroffenen, rechten Kniegelenks gemessen. Zum Vergleich wurde auch die Beweglichkeit des linken Kniegelenks gemessen und dokumentiert. Anschließend erfolgte die Durchführung der physiotherapeutischen Assessments. Im Anschluss an die Messungen wurde der Proband auf das physiotherapeutische Trainingsprogramm eingeschult und auf die Durchführung der Intervention vorbereitet, dessen Ablauf in Kapitel 2.6 genau beschrieben wird. Im Rahmen der nun folgenden ersten Trainingseinheit wurde der Retentionstest durchgeführt. Auf die dem Krankheitsbild entsprechenden, belastungsindizierten Schmerzen des Probanden wurde Rücksicht genommen, indem zwischen den Assessments 5min und vor der Einschulung auf das physiotherapeutische Trainingsprogramm und anschließender Durchführung der ersten Trainingseinheit 15min Pause eingehalten wurden. Die erste Messung dauerte mit Pausen und dem einleitenden Gespräch zwei Stunden.

Die Durchführung der zweiten Messung fand zwei Tage nach Beendigung der Intervention statt. Bevor mit der Messung gestartet wurde, ist das vom Probanden ausgefüllte Dokumentationsblatt besprochen worden. Der Umfang und Ablauf des Posttests, inklusive der Pausen, entsprach dem Pretests, mit der Änderung, dass der Retentionstest ohne Absolvierung einer Trainingseinheit und zusätzlich der Transfertest ausgeführt wurde. Als weiteres

Messinstrument kam abschließend der SUS zum Einsatz. Die zweite Messung hatte inklusive der Besprechung des Dokumentationsblattes und der Pausen eine Dauer von 90 Minuten.

Wie in Kapitel 1 beschrieben, sollen nicht nur kurzfristig ein Lernerfolg und die Verbesserung der Beschwerden bei Gonarthrose erreicht werden. Mit dem Einsatz der beschriebenen Methoden sollen motorische Fertigkeiten automatisiert und gespeichert und somit ein langfristiger Lernerfolg und eine langfristige Verbesserung der Beschwerden erreicht werden. Der dritte Messzeitpunkt hatte demnach den Zweck, den langfristigen Lerneffekt der durchgeführten Intervention zu überprüfen. Dafür wurde vier Wochen nach Beendigung der Intervention eine zusätzliche Trainingseinheit absolviert in der das Setting 1 trainiert wurde. Nach einer Pause von 15min wurden zur Evaluierung des Lernerfolgs der Retentions- und der Transfertest eingesetzt. Der Proband fasste nach der Messung in einem Gespräch mit der Studentin seine subjektiven Eindrücke zum physiotherapeutischen Trainingsprogramm und der zusätzlichen Einheit im Rahmen des dritten Messzeitpunktes abschließend zusammen. Benötigt wurde für den dritten Termin insgesamt eine Stunde.

## **2.6 Ablauf der Intervention**

Die Intervention wurde vom Probanden über einen Zeitraum von sechs Wochen zweimal wöchentlich selbstständig durchgeführt. Pro Therapieeinheit war abwechselnd entweder Setting 1 oder Setting 2 trainiert worden. Der Startzeitpunkt der Intervention entspricht dem Zeitpunkt der ersten Messung, die erste Trainingseinheit hat demnach im selben Rahmen wie der Pretest an der Fachhochschule St. Pölten stattgefunden.

Bevor mit dem Training gestartet werden konnte, musste der Proband von der Verfasserin der Bachelorarbeit auf die Nintendo Wii, das Spiel Wii Fit, die Bluetooth-Fernbedienung und das NBB eingeschult werden. Des Weiteren hatte diese Einschulung die Erklärung des Dokumentationsblattes (Anhang B) zum Inhalt. Nach der Inbetriebnahme der Wii wurde ein Avatar für den Probanden erstellt, das Mii, welches den Probanden widerspiegeln sollte. Das Mii begleitet den Probanden durchs Spiel und ist der Speicherort des Spielfortschritts. In weiterer Folge wurden die Basisdaten des Probanden eingegeben, sein BMI errechnet und der Basis-Balance-Test ausgeführt (Kapitel 2.3). Nach diesem Test wurde der Proband auf das Spiel und alle seine Optionen und Möglichkeiten eingeschult. Es wurden zwei Durchgänge vom Aufwärmspiel absolviert, um sich an die Bedienung der Nintendo Wii zu gewöhnen. Im Anschluss daran ist das Setting 1 trainiert worden, die genaue Beschreibung von Setting 1 und Setting 2 ist im Anhang D nachzulesen.

Nach der ersten Trainingseinheit hat der Proband selbstständig bei sich zu Hause die Intervention weitergeführt und am Dokumentationsblatt seine Erfahrungen mit Wii Fit festgehalten. Bei Fragen wurde die Autorin der Studie kontaktiert.

## **2.7 Auswertung der Daten**

Für die Auswertung und Zusammenfassung der erhobenen Daten wurde eine deskriptive, beschreibende Statistik verwendet. Dabei wurde Bezug auf Empfehlungen von Backman, Harris, Chisholm und Monette (1997) und Dixon u.a. (2009) genommen.

Die erhobenen Daten aller drei Messzeitpunkte wurden im Programm Microsoft Office Excel tabellarisch zusammengefasst und gegenübergestellt. Zur Veranschaulichung der Ergebnisse wurden Grafiken erstellt.

Zur Darstellung des kurzfristigen Effekts der Intervention wurde aus der Differenz zwischen den Ausgangswerten und den nach der Intervention erhobenen Daten die prozentuelle Veränderung der Werte errechnet. So können die Veränderungen der erbrachten Leistung in ihrer Ausprägung miteinander verglichen werden. Da beim SEBT acht Werte erhoben werden, wurde für den Vergleich mit den anderen Tests deren Durchschnitt der prozentuellen Leistungssteigerung verwendet. Bei der Darstellung des langfristigen Effekts erfolgte die Verarbeitung der Daten des Retentionstests nach dem gleichen Prinzip wie zuvor erklärt und die des Transfertests wie beim SEBT.

### 3 Ergebnisse

Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine Pilotstudie handelt, wird der Erhebung von aussagekräftigen Daten eine wichtige Rolle zugeschrieben. Um aussagekräftige Ergebnisse generieren zu können müssen die ausgewählten Methoden, welche in Kapitel 2.3 vorgestellt worden sind, gewisse Voraussetzungen erfüllen. Quantifizierbare Evaluierungsparameter sowie valide und reliable Messinstrumente und Assessments bilden sowohl die Grundlage für die Nachvollziehbarkeit und Gültigkeit der erhobenen Daten, als auch für die Möglichkeit Hypothesen und zukünftige Studienergebnisse auf die in der vorliegenden Pilotstudie ermittelten Ergebnisse zu stützen. In diesem Kapitel erfolgt ihre Auswertung.

#### 3.1 Daten aus den Messungen

Die erste Analyse wurde anhand einer Gegenüberstellung der erhobenen Daten in Microsoft Office Excel durchgeführt. Die Veränderungen der Daten zu den verschiedenen Messzeitpunkten, ist zuerst visuell analysiert worden. Dabei wurde erkannt, dass sich alle gemessenen Parameter vom Pre- zum Posttest positiv verändert haben. Zur Veranschaulichung dient Abbildung 3, in der die Leistungssteigerung in einem Diagramm veranschaulicht wird.

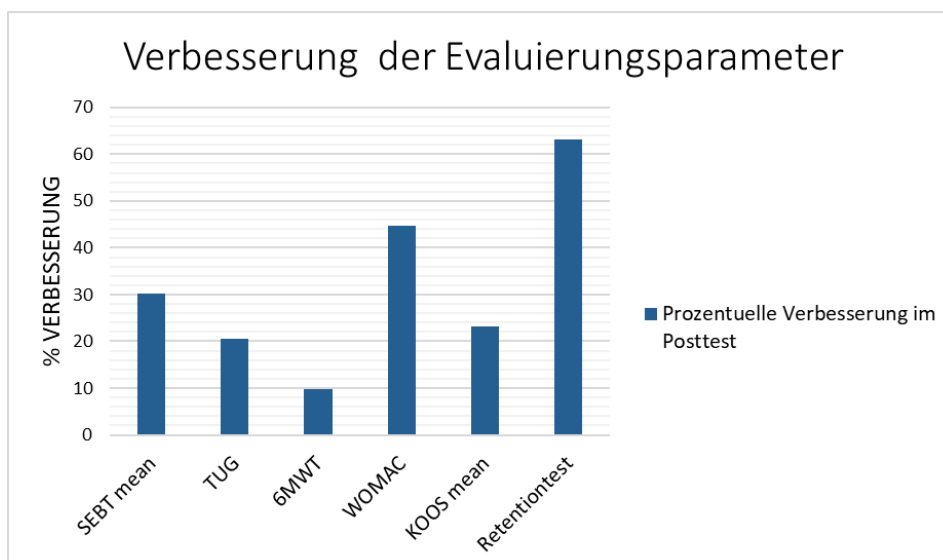


Abbildung 3: Grafische Darstellung der Leistungssteigerung im Posttest

Bei der Auswertung der Fragebögen wird erstmals deutlich, dass eine Verbesserung des Zustandes des Probanden stattgefunden hat. Der WOMAC-Globalindex reicht von 0 bis 10, wobei das obere Ende der Skala für extreme Beschwerden steht. Bei der zweiten Messung ist er von 1,583 auf 0,875 gefallen, das entspricht einer Verbesserung von 45,74%, beide Werte liegen im Bereich von milden Beschwerden.

Der KOOS Fragebogen ist in fünf Bereiche gegliedert. Ermittelt werden die Beschwerden anhand der quantitativen Beurteilung von Aussagen die über Steifigkeit (S), Schmerz (P), Aktivität (A), Sport (SP) und Lebensqualität (Q) getroffen werden, 100 Punkte bedeuten keine Beschwerden. Die Darstellung der erhobenen Daten in Abbildung 4 gibt Auskunft über den Grad der Verbesserungen.

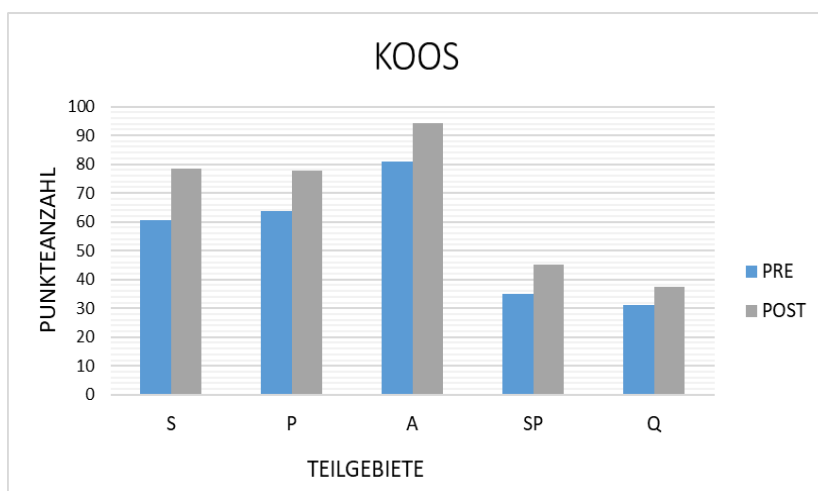


Abbildung 4: Gegenüberstellung der Daten aus Pre- und Posttest – KOOS

Zu Beginn und nach der Intervention wurden Flexion, Extension, Innenrotation und Außenrotation des betroffenen Kniegelenks gemessen. In Abbildung 5 ist zu erkennen, dass sich die ROM, bis auf den der Innenrotation, vergrößert hat.



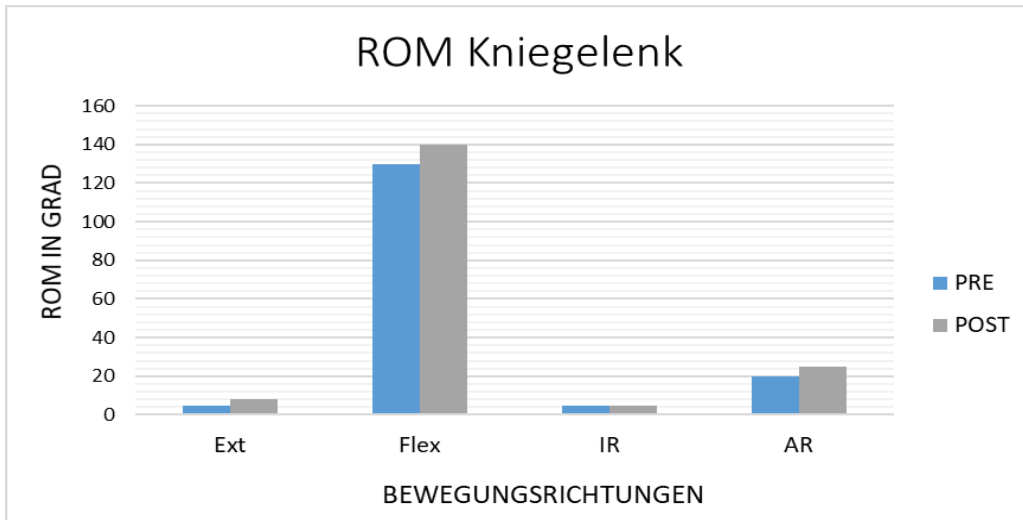


Abbildung 5: Gegenüberstellung der ROM im Pre- und Posttest

Beim TUG konnte eine Verbesserung von 20,5% erreicht werden. Das entspricht einem Wert von 3,95 Sekunden im Pretest und 3,14 Sekunden im Posttest. Die Leistungssteigerung beim 6MWT beträgt 9,8%. Der Proband hat vor der Intervention 643 m und im Posttest 706 m zurückgelegt.

Bei der Durchführung des SEBT wurde die Reichweite im Posttest in alle Richtungen überboten. Pro Messung gab es drei Durchgänge, woraus der Durchschnitt gebildet wurde. Beim zweiten Messtermin musste der dritte Durchgang aufgrund von Schmerzen abgebrochen werden, was die Aussagekraft der Daten verzerrt.

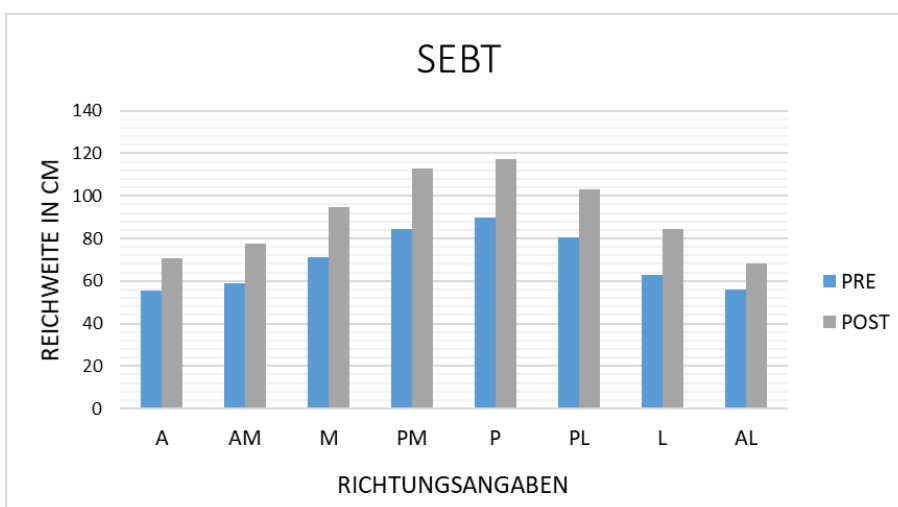


Abbildung 6: Gegenüberstellung der Reichweite in cm beim SEBT im Pre- und Posttest (A= Anterior, AM= Anterio-medial, M= Medial, PM= Posterio-medial, P= Posterior, PL= Posterio-lateral, L= Lateral, AL =Anterio-lateral)

Für den Retentionstest liegen die Daten von drei Messzeitpunkten vor. Im Vergleich zum Pretest ist der Wert beim Posttest um 63,3% höher und beim Retentionstest um 50%. Stellt man Posttest und die letzte Messung gegenüber, erkennt man eine Verschlechterung der Leistung von 36%.

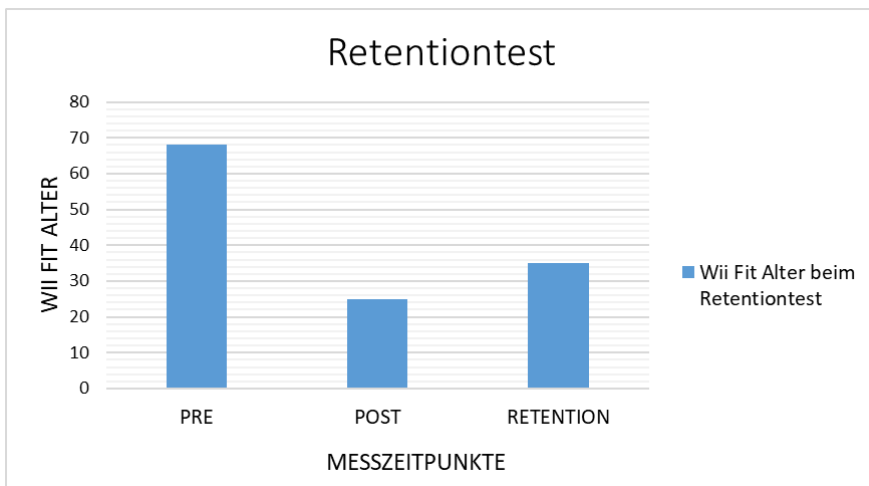


Abbildung 7: Gegenüberstellung der Leistung beim Retentionstest aller Messzeitpunkte

Die Ausgangswerte des Transfertests können mit keinem entsprechenden Wert vor der Intervention verglichen werden. Die Reichweite beim Posttest ist aber besser als die des ähnlichen SEBT beim Pretest. Beim dritten Messzeitpunkt wurde die Reichweite des Posttests nicht übertroffen, die Leistung stellt sich schlechter dar.

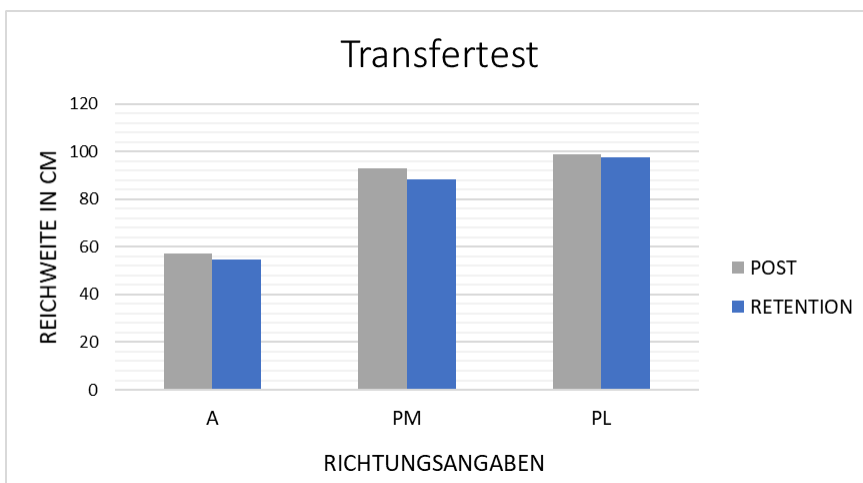


Abbildung 8: Gegenüberstellung der Reichweite in cm beim Transfertest (A= Anterior, PM= Anterio-medial, PL= Posterior-lateral)

### 3.2 SUS und Dokumentationsblatt

Die Erhebung des SUS ergibt einen Wert von 82,5 Punkten von 100 Punkten, was einer ausreichend guten Handhabbarkeit der Nintendo Wii und Wii Fit entspricht. Das spiegelt sich auch in der subjektiven Dokumentation des Probanden wieder, deren Kernaussagen im Folgenden zu lesen sind.

Der Proband gibt an, dass sich das Feedback von Wii Fit spürbar auf seine Haltung und Balance auswirkt. Im Training wird der Stellenwert der richtigen Haltung beim Ausführen der Übungen kommuniziert und gleichzeitig spürbar. Des Weiteren wird die Annahme bestätigt, dass die Motivation beim Training mit Wii Fit angeregt wird.

Nach acht Trainingseinheiten wird von einem subjektiven Gefühl des Muskelzuwachses berichtet. Der M. quadriceps femoris erscheint nicht nur prominenter, sondern auch definierter. Das Training am NBB „*bringt einen richtig ins Schwitzen*“.

## 4 Diskussion

Der Interpretation, Analyse und kritischen Betrachtung der Ergebnisse wird in dieser Pilotstudie eine besondere Bedeutung beigemessen. Auf Basis der durch die Evaluierung des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes gewonnenen Erkenntnisse sollen Hypothesen generiert werden, auf denen Folgestudien aufbauen können. Die klinische Relevanz ergibt sich aus dem im Kapitel 1 dargestellten wissenschaftlichen Hintergrund.

*Kann ein physiotherapeutisches Trainingsprogramm, welches sich auf motorisches Lernen mit dem externen Aufmerksamkeitsfokus bezieht und durch Einbringung von VR (Wii Fit) unterstützt wird, einen positiven Einfluss auf Körperstruktur und -funktion und Aktivität und Partizipation bei Gonarthrose haben?*

Das Ziel dieser Arbeit war es zu evaluieren, wie sich das entwickelte physiotherapeutische Trainingsprogramm mit Schwerpunkt am externen Fokus, welcher durch Einbringung von VR (Wii Fit) erreicht wurde, auf das motorische Lernen bei Gonarthrose auswirkt. Auf Basis der erhobenen Daten lässt sich die gestellte Forschungsfrage mit einem Ja beantworten.

### 4.1 Neuroplastizität und motorisches Lernen

Die im vorangegangenen Kapitel dargestellten Ergebnisse geben Grund zur Annahme, dass mit den gesetzten Maßnahmen die angestrebte Wirkung des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes erreicht werden konnte. Alle gemessenen Parameter, sowohl die der Körperfunktion und -struktur, als auch die der Aktivität und Partizipation zuordenbar, weisen nach der sechswöchigen Intervention verbesserte Werte auf. Erfolgversprechende Ergebnisse sind auch beim Einsatz von Wii Fit in der neurologischen Rehabilitation und in der Geriatrie zu beobachten. Dort werden sowohl in der Verbesserung von Balance, als auch in der von Muskelkraft und anderen funktionellen Parametern signifikant langfristige positive Ergebnisse aufgezeigt (Kim, Son, Ko & Yoon, 2013; Liao u. a., 2015; Molina u. a., 2014; Park, Lee & Lee, 2014). Im Gegensatz dazu können in der orthopädischen Rehabilitation selten solche Erfolge beim Einsatz von Wii Fit verbucht werden, berichtet wird vorwiegend von Ergebnissen, die denen herkömmlicher Therapie- und Trainingsmethoden ähnlich sind (Baltaci u. a., 2013; Ficklscherer u. a., 2016; Fung, Ho, Shaffer, Chung & Gomez, 2012).

Eine mögliche Ursache für die Divergenz in den beschriebenen Fällen stellt deren unterschiedliche Therapiegestaltung dar. In der Therapie von neurologischen Patient/inn/en wird neben der physischen Komponente auch auf das kognitive Training Wert gelegt, da der Zusammenhang von körperlichen und zentralen Beschwerden grundlegend ist. Es sollen ausreichend Reize gesetzt werden um das ZNS anzusprechen und so eine gesamtheitliche

Leistungssteigerung zu erwirken und erfolgreich motorisch zu lernen. Während in der neurologischen Rehabilitation deshalb oftmals sehr kreative Methoden zum Einsatz kommen, wird in der orthopädischen und traumatologischen Rehabilitation stark strukturbezogen gearbeitet. Der Zusammenhang zwischen Veränderungen im motorischen Kortex und Beschwerden bei Gonarthrose (Shanahan u. a., 2015) wird bei herkömmlichen Therapie- und Trainingskonzepten außer Acht gelassen. Auf Basis der in der vorliegenden Studie erhobenen Daten besteht deshalb Grund zu Annahme, dass es gelungen ist die Neuroplastizität des Probanden anzusprechen, indem durch VR und den externen Aufmerksamkeitsfokus genügend Reize gesetzt wurden und dadurch primär erfolgreiches motorisches Lernen gelingen konnte.

Bei der Durchführung des Transfertests konnte die Leistung des zweiten Messzeitpunktes nicht wieder erbracht werden. Es handelt sich zwar um eine Verschlechterung um einen nur minimalen Prozentsatz und im Vergleich zur Basisleistung des SEBT und der des Retentiontests ist die erbrachte Leistung eine viel Bessere, aber aufgrund der kleinen Stichprobengröße können keine Hypothesen über den langfristigen Lernerfolg aufgestellt werden. Da die Daten von nur einem Subjekt bezogen wurden, können Einflussfaktoren wie die Tagesverfassung eine große Rolle spielen und das Ergebnis verfälschen.

## **4.2 Interpretation anhand der ICF Ebenen**

Die erhobenen Evaluierungsparameter entstammen funktioneller Tests, welche nur qualitative Aussagen über Körperfunktionen und -struktur treffen können, wobei Aktivität und Partizipation anhand der angewendeten Fragebögen sehr genau beschrieben werden können (Amir, 2007; K. Bennell u. a., 2011; Gribble u. a., 2012; Kaminski & Gribble, 2003; Roos & Lohmander, 2003). Um die durch das physiotherapeutische Trainingsprogramm erreichte Leistungssteigerung begründen zu können, müssen sowohl die ausgewählten Übungen, als auch die angewendeten Assessments genau betrachtet und miteinander verglichen werden. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Bedeutung des M. quadriceps femoris in den Assessments als auch in der Intervention gelegt, da seine Funktion und die Beschwerden bei Gonarthrose zusammenhängen.

Das physiotherapeutische Trainingsprogramm beinhaltet Übungen, die die Kraft der Beinmuskulatur, Hüftmuskulatur und der Rumpfmuskulatur, sowie die dynamische posturale Kontrolle und die Beinachse trainieren. Studien belegen den Trainingserfolg dieser Muskelgruppen in der Neurologie als auch in der Geriatrie beim Training mit Wii Fit (Jorgensen, Laessoe, Hendriksen, Nielsen & Aagaard, 2013; Kim u. a., 2013; Liao u. a., 2015; Park

u. a., 2014). Bei genauer Betrachtung der ausgewählten funktionellen Tests wird deutlich, dass diese Komponenten für eine korrekte Ausführung des SEBT und des Transfertests nötig sind. Nicht nur die dynamische posturale Kontrolle, sondern auch die Aufrechterhaltung der Beinachse, dabei vor allem die Kraft des M. quadriceps femoris und des M. biceps femoris, werden gefordert (Earl & Hertel, 2001). Des Weiteren hat das ausgewählte Training erheblichen Einfluss auf Balance und Körperhaltung, welche bei Ausführung des Retentiontests eine tragende Rolle spielen und Rückschlüsse auf die muskuläre Situation des Probanden zulassen (Kim u. a., 2013). Die gemessenen Daten könnten demnach so interpretiert werden, dass eine Verbesserung des muskulären Settings erzielt werden konnte.

Im Gegensatz zum SEBT und zum Transfertest widerspiegelt der 6MWT die Ausdauer und Gehfähigkeit des Probanden, der TUG soll die Mobilität quantifizieren. Keine dieser Merkmale wurde gezielt geübt, nichtsdestotrotz konnte eine Verbesserung erreicht werden. Dies lässt die Vermutung zu, dass es mit Wii Fit gelungen ist, auch den allgemeinen Fitnesszustand des Probanden zu verbessern, was sich auf die aerobe Fitness auswirken kann. Bei der Auswahl der Übungen wurde darauf geachtet, besonders die Muskulatur der unteren Extremität anzusprechen. Da diese eine zentrale Rolle beim Gehen spielt kann angenommen werden, dass durch das Trainingsprogramm eine Steigerung der Muskelkraft erreicht wurde, was sich in der Gehfähigkeit und Mobilität des Probanden widerspiegelt. Beim TUG ist zusätzlich zu beachten, dass beim Aufstehen vom Sessel die Funktion des M. quadriceps femoris gefordert wird. Die Leistungssteigerung bei diesem Test könnte auf eine Verbesserung seiner Muskelkraft hinweisen.

Der Einsatz der ROM macht es möglich die Kniebeweglichkeit zu messen, lässt aber keine Aussagen über den Grund etwaiger Veränderungen dieser vor und nach der Intervention zu. Die Quantität der ROM unterliegt multifaktoriellen Einflüssen, welche aus biomechanischer Sicht anhand der vorangegangenen Interpretation der Ergebnisse ausführlich beleuchtet wurden. Es lässt sich keine Hypothese formulieren, worauf die verbesserte Kniebeweglichkeit zurückzuführen ist. Fest steht jedoch, dass ein optimales muskuläres Setting die Kniebeweglichkeit bei Gonarthrose positiv beeinflussen kann (Kiselev, 2008).

Obwohl der Fitnesszustand des Probanden vor Beginn der Studie überdurchschnittlich gut war, hat das Training eine generelle Leistungssteigerung bewirkt, was die Wirksamkeit des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes untermauert. Die kritisch betrachteten Verbesserungen auf Ebene der Körperfunktion und -struktur werden durch die Ergebnisse des WOMAC und KOOS abgerundet, welche Verbesserungen auf der Aktivitäts- und Partizipationsebene darstellen.

### **4.3 Einsatz in der orthopädischen Rehabilitation**

Das entwickelte physiotherapeutische Trainingsprogramm verbindet die in der Einleitung vorgestellten Methoden, welche erfolgreiches motorisches Lernen initiieren sollen. Durch diese Ansätze war es bereits möglich, Beschwerden von verschiedenen Krankheitsbildern langfristig zu verbessern. Die vorliegenden Ergebnisse geben Indikationen zur Annahme, dass der Einsatz des externen Aufmerksamkeitsfokus durch VR (Wii Fit) eine mögliche Option darstellt, nicht nur kurzfristige, sondern auch langfristige motorische Lernerfolge zu erzielen, was auch eine dementsprechende Reduktion der Beschwerden bei Gonarthrose nach sich ziehen könnte.

Um Wii Fit in der orthopädischen Rehabilitation, insbesondere bei der Therapie von Gonarthrose, erfolgreich zu etablieren, spielen vor allem die Reliabilität und Validität des Fitnessspiels eine tragende Rolle. Allgemein gültige Aussagen könnten nur getroffen werden, wenn die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit gewährleistet ist. Forschungen zu dieser Thematik kommen zum Ergebnis, dass mit Wii Fit vor allem Balance und Kraft der unteren Extremität trainiert werden können, außerdem wird bestätigt, dass das NBB eine valide und reliable Möglichkeit ist, den Lernerfolg und Trainingsfortschritt zu messen (Bonnechère, Jansen, Omelina, Rooze & Van Sint Jan, 2015; Nitz, Kuys, Isles & Fu, 2010).

Um die Handhabbarkeit der Nintendo Wii und des Fitnessspiels zu quantifizieren und somit vergleichbar zu machen, wurde der SUS eingesetzt. Erkenntnisse aus der neurologischen Rehabilitation unterstreichen dabei den erzielten Wert des SUS in der vorliegenden Pilotstudie, der auf die einfache Handhabbarkeit von Wii Fit und der Spielkonsole rückschließen lässt (Lloréns, Noé, Colomer & Alcañiz, 2015). Aus der subjektiven Dokumentation des Probanden geht außerdem hervor, dass nach einer kurzen Eingewöhnungsphase und dank der Erklärungen zu Beginn der Intervention das Interagieren mit der Nintendo Wii als einfach empfunden wird. Einen weiteren wichtigen Aspekt stellt seiner Meinung nach die richtige Erklärung der Übungen und Spiele dar. Seiner Meinung nach konnten durch die Instruktion von Wii Fit alle Übungen, außer das Spiel Ski-Slalom, adäquat und therapeutisch sinnvoll umgesetzt werden.

### **4.4 Verletzungsrisiko**

Die subjektive Dokumentation des Probanden nennt als positives Merkmal von Wii Fit, dass durch das gebotene Setting die Motivation auf einem hohen Level gehalten werden kann. Dies stellt grundsätzlich einen positiven Aspekt dar, da dadurch eine Ausschüttung von Dopamin erreicht werden kann, welches einen Einfluss auf die kortikale Organisation hat.

Dies ist ein weiterer beitragender Faktor für den Erfolg beim motorisches Lernen (G. Wulf & Lewthwaite, 2016). Besonders motivierend wurden die Scores empfunden, welche beim Ausführen der Übungen erreicht werden können. Die daraus resultierende Motivation birgt aber auch gewisse Risiken. In der Literatur wird neben Fällen von ACLR auch von einer Patellaluxation berichtet, die aus dem Training mit der Nintendo Wii davongetragen wurden (Hirpara & Abouazza, 2008; Müller, Vavken & Pagenstert, 2015). Es steht somit fest, dass die ausführlich Einschulung des Probanden auf die Nintendo Wii und Wii Fit unumgänglich ist, um einen langfristigen Therapieerfolg erzielen und Verletzungen vorbeugen zu können.

## **4.5 Limitationen**

Im vorangegangenen Kapitel wurden die aus der durchgeführten Studie gewonnenen Ergebnisse ausführlich diskutiert. Die vorliegende Single-Case Pilotstudie hat wichtige Erkenntnisse hervorgebracht, welche für die Verwendung von Wii Fit in der Therapie von Gonarthrose bedeutsam und richtungsweisend sind. Bei deren kritischer Betrachtung sind nichtsdestotrotz Limitationen und Fehlerquellen aufgekommen, die im Folgenden näher erläutert werden.

Ziel dieser Bachelorarbeit ist, das ausgearbeitete physiotherapeutische Trainingsprogramm zu evaluieren um allgemein gültige Hypothesen bilden zu können, auf deren Basis weitere Forschung erfolgen kann. Limitierend stellt sich diesbezüglich das gewählte Studiendesign dar. Da in Single-Case Studien die Anzahl der Studienteilnehmer begrenzt auf ein Subjekt ist, lassen sich erstellte Hypothesen nur bedingt auf die Allgemeinheit umlegen (Backman, Harris, Chisholm & Monette, 1997). Der in der vorliegenden Studie ausgewählte Proband erfüllt zwar alle Ein- und Ausschlusskriterien und leidet am klassischen Beschwerdebild bei Gonarthrose, allerdings ist zu beachten, dass die Ausgangslage und die Erwartungen von Betroffenen individuell unterschiedlich sind und somit stark voneinander abweichen können. Im konkreten Fall liegt beispielsweise das Alter des Probanden am unteren Ende der festgelegten Altersspanne. Es stellt sich somit die Frage, inwieweit die gewonnenen Erkenntnisse auch auf ältere Personen umgelegt werden können. Diese Limitation gilt auch für den Fitnesszustand des Probanden, der sich schon vor der Intervention als überdurchschnittlich gut präsentiert hat. Nicht jede an Gonarthrose erkrankte Person weist einen so guten Trainingszustand auf. Um allgemein gültige Aussagen treffen zu können müssen weitere Forschungen erfolgen, welche sich an einer größeren Zahl von Proband/inn/en bedienen.



Die eingesetzten Messinstrumente und physiotherapeutischen Assessments evaluieren in erster Linie funktionelle Parameter, welche durch die in Kapitel 2.3 beschriebenen Methoden quantifizierbar sind. Anhand funktioneller Tests kann auf die muskuläre Situation getesteter Körperabschnitte rückgeschlossen werden (Kaminski & Gribble, 2003), eine Quantifizierung der Muskelkraft ist aber nicht möglich. Im abschließenden Gespräch berichtet der Proband von einem subjektiv empfundenen Muskelzuwachs und einer deutlich sichtbaren Ausprägung des M. quadriceps femoris, welchem eine wichtige Rolle bei Gonarthrose zugeschrieben wird (Kiselev, 2008). In folgenden Studien wäre nicht nur die Messung der Muskelkraft des M. quadriceps femoris zum Vergleich an sich zu empfehlen, sondern auch deren Zusammenhang mit Veränderungen im motorischen Kortex. Eine Limitation der vorliegenden Studie ergibt sich deshalb daraus, dass die von Shanahan u.a. (2015) beschriebenen Veränderungen der Muskelkraft des M. quadriceps femoris, als auch mögliche Veränderungen im motorischen Kortex im Rahmen dieser Bachelorarbeit nicht überprüft werden konnten. Mit dem Vergleich der kortikalen Organisation und der Muskelkraft des M. quadriceps femoris vor und nach der Intervention könnten allgemein gültige Hypothesen darüber erstellt werden, ob die Reize des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes ans ZNS ausgereicht haben, um die Neuroplastizität anzusprechen. Weitere Forschungen sind nötig um feststellen zu können, ob dies bei der evaluierten Intervention der Fall ist. Damit würde die Hypothese untermauert werden können, dass durch die angewendeten Strategien langfristige Erfolge erzielt werden können.

Die auf die subjektive, freie Dokumentation des Probanden gestützten Erkenntnisse über die Handhabung von Wii Fit stehen in einem Punkt im Widerspruch zu den aus dem SUS gewonnenen Erkenntnissen. Der Proband zeigt in seiner Dokumentation auf, dass die Erklärung des Balancespiels Ski-Slalom für ihn nicht ausgereicht hat, um das Spiel in den ersten drei Trainingseinheiten entsprechend der Vorgaben von Wii Fit bewältigen zu können. Durch die daraus resultierende unzureichende Ausführung der Übung hat kein fortschreitender, optimaler Trainingserfolg erzielt werden können. Dieser Umstand könnte die Aussagekraft des Trainingserfolges limitieren.

Die Quantifizierung des Trainingserfolges beim Training mit Wii Fit durch Punkte und das Wii Fit-Alter fördert die Motivation der Trainierenden, was grundsätzlich einen positiven Aspekt darstellt. Eine mögliche Fehlerquelle bei der Evaluierung des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes stellt jedoch die Übermotivation von Proband/inn/en dar. Wii Fit bietet viele verschiedene Möglichkeiten den gesamten Körper zu trainieren, welche bei der durchgeführten Intervention auf acht Übungen und zwei Spiele beschränkt sind. Da der

Proband in der vorliegenden Studie selbstständig trainiert hat, konnte während der Intervention nicht kontrolliert werden ob zusätzliche Übungen und Spiele durchgeführt wurden.

Eine weitere Limitation ist laut However, Murakami, Ryan, Ohta und Miyachi (2017) bei Heimübungsprogrammen auf Basis von Wii Fit zu beachten. Proband/inn/en die mit Wii Fit trainieren tendieren dazu, sich auf die bei einer Übung erzielten Punkte zu fokussieren, anstatt auf die korrekte Ausführung der Übungen. Das bedeutet, dass es den Spieler/inne/n wichtiger ist ein möglichst gutes Ergebnis zu erzielen, als durch die richtige Ausführung der Übungen einen optimalen Trainingserfolg. Dieser Umstand könnte die Aussagekraft der vorliegenden Studie insofern einschränken, als ohne Supervision einer medizinischen Fachkraft die für den gewünschten Effekt der Intervention notwendige Sicherung der Bewegungsqualität nicht gewährleistet werden kann.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Fest steht, dass motorisches Lernen durch den Einsatz des externen Fokus erfolgreich gelingen kann (G. Wulf & Lewthwaite, 2016). Des Weiteren kann mittels VR (Wii Fit) die Motivation von Patient/inn/en positiv beeinflusst werden, was den Lernerfolg unterstützt (Ficklscherer u. a., 2016). Erfolgversprechende Ergebnisse bei der Integration dieser Methoden in die Therapie sind in der neurologischen Rehabilitation und in der Geriatrie zu beobachten. (Tripette u. a., 2017).

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde im Rahmen der vorliegenden Bachelorarbeit evaluiert, ob das entwickelte physiotherapeutisches Trainingsprogramm mit Schwerpunkt am externen Fokus und Einbringung von VR (Wii Fit) positive Auswirkungen auf die den ICF Ebenen zuordenbaren Evaluierungsparameter hat. Die mit den Messungen erhobenen Daten lassen die Aussage zu, dass positive Auswirkungen auf Körperstruktur und -funktion und Aktivität und Partizipation erwirkt werden konnten. Auf Grundlage der genannten und in der Diskussion gewonnenen Erkenntnisse könnten mögliche Hypothesen folgendermaßen lauten:

*„Das physiotherapeutisches Trainingsprogramm, welches sich auf motorisches Lernen mit dem externen Aufmerksamkeitsfokus bezieht und durch Einbringung von VR (Wii Fit) unterstützt wird, hat einen positiven Einfluss auf Körperstruktur und -funktion und Aktivität und Partizipation bei Gonarthrose.“*

*„Das physiotherapeutische Trainingsprogramm, welches sich auf motorisches Lernen mit dem externen Aufmerksamkeitsfokus bezieht und durch Einbringung von VR (Wii Fit) unterstützt wird, kann die Muskelkraft des M. quadriceps femoris verbessern.“*

Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Durchführung der Retention- und Transfertests lassen keine Aussagen darüber zu, inwieweit und ob ein langfristiger motorischer Lernerfolg gelingen konnte. Dieser Umstand gibt Anlass zur Bildung der dritten Hypothese:

*„Es kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob das physiotherapeutische Trainingsprogramm, welches sich auf motorisches Lernen mit dem externen Aufmerksamkeitsfokus bezieht und durch Einbringung von VR (Wii Fit) unterstützt wird, zu langfristigen Erfolgen beim motorischen Lernen führt.“*

## 6 Literaturverzeichnis

- Amir, T. (2007). Arthrose evaluieren: Assessment: WOMAC. *physiopraxis*, 5(06), 36–37.  
<https://doi.org/10.1055/s-0032-1308082>
- Backman, C. L., Harris, S. R., Chisholm, J. A., & Monette, A. D. (1997). Single-subject research in rehabilitation: a review of studies using AB, withdrawal, multiple baseline, and alternating treatments designs. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(10), 1145–1153.
- Baltaci, G., Harput, G., Haksever, B., Ulusoy, B., & Ozer, H. (2013). Comparison between Nintendo Wii Fit and conventional rehabilitation on functional performance outcomes after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: prospective, randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(4), 880–887.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-012-2034-2>
- Benjaminse, A., Lemmink, K. A., Diercks, R. L., & Otten, B. (2010). An investigation of motor learning during side-step cutting, design of a randomised controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-235>
- Benjaminse, A., Otten, B., Gokeler, A., Diercks, R. L., & Lemmink, K. A. P. M. (2015). Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-015-3727-0>
- Benjaminse, A., & Otten, E. (2011). ACL injury prevention, more effective with a different way of motor learning? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(4), 622–627.  
<https://doi.org/10.1007/s00167-010-1313-z>
- Bennell, K., Dobson, F., & Hinman, R. (2011). Measures of physical performance assessments: Self-Paced Walk Test (SPWT), Stair Climb Test (SCT), Six-Minute Walk Test (6MWT), Chair Stand Test (CST), Timed Up & Go (TUG), Sock Test, Lift and Carry Test (LCT), and Car Task. *Arthritis Care & Research*, 63(S11), S350–S370.  
<https://doi.org/10.1002/acr.20538>
- Bennell, K. L., Hall, M., & Hinman, R. S. (2016). Osteoarthritis year in review 2015: rehabilitation and outcomes. *Osteoarthritis and Cartilage*, 24(1), 58–70.  
<https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.07.028>

- Bonnechère, B., Jansen, B., Omelina, L., Rooze, M., & Van Sint Jan, S. (2015). Interchangeability of the Wii Balance Board for Bipedal Balance Assessment. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, 2(2), e8. <https://doi.org/10.2196/rehab.3832>
- Bonnechère, B., Jansen, B., Omelina, L., & Van Sint Jan, S. (2016). The use of commercial video games in rehabilitation: a systematic review. *International Journal of Rehabilitation Research*, 39(4), 277–290. <https://doi.org/10.1097/MRR.000000000000190>
- Dalichau, S., Möller, T., Drewes, J., & Finken, G. (2015). Rehabilitation von Patienten mit Gonarthrose: Wie effektiv sind Nachsorgestrategien? *Trauma und Berufskrankheit*, 17(3), 199–204. <https://doi.org/10.1007/s10039-015-0055-z>
- Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (Hrsg.). (2012). *ICF - Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit* (Unveränd. Nachdr). Köln: DIMDI.
- Dixon, M. R., Jackson, J. W., Small, S. L., Horner-King, M. J., Lik, N. M. K., Garcia, Y., & Rosales, R. (2009). CREATING SINGLE-SUBJECT DESIGN GRAPHS IN MICROSOFT EXCELTM 2007. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 42(2), 277–293. <https://doi.org/10.1901/jaba.2009.42-277>
- Earl, J. E., & Hertel, J. (2001). Lower-Extremity Muscle Activation during the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*, 10(2), 93–104. <https://doi.org/10.1123/jsr.10.2.93>
- Ficklscherer, A., Stapf, J., Meissner, K. M., Niethammer, T., Lahner, M., Wagenhäuser, M., ... Pieschmann, M. F. (2016). Testing the feasibility and safety of the Nintendo Wii gaming console in orthopedic rehabilitation: a pilot randomized controlled study. *Archives of Medical Science*, 6, 1273–1278. <https://doi.org/10.5114/aoms.2016.59722>
- Fransen, M., McConnell, S., Harmer, A. R., Van der Esch, M., Simic, M., & Bennell, K. L. (2015). Exercise for osteoarthritis of the knee. In The Cochrane Collaboration (Hrsg.), *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004376.pub3>

- Fung, V., Ho, A., Shaffer, J., Chung, E., & Gomez, M. (2012). Use of Nintendo Wii Fit™ in the rehabilitation of outpatients following total knee replacement: a preliminary randomised controlled trial. *Physiotherapy*, *98*(3), 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2012.04.001>
- Gokeler, A., Bisschop, M., Myer, G. D., Benjaminse, A., Dijkstra, P. U., van Keeken, H. G., ... Otten, E. (2016). Immersive virtual reality improves movement patterns in patients after ACL reconstruction: implications for enhanced criteria-based return-to-sport rehabilitation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *24*(7), 2280–2286. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3374-x>
- Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, *47*(3), 339–357. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>
- Hirpara, K. M., & Abouazza, O. A. (2008). The “Wii Knee”: A case of patellar dislocation secondary to computer video games. *Injury Extra*, *39*(3), 86–87. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2007.07.034>
- Jerosch, J., Schmidt, K., & Prymka, M. (1997). Beeinflussung der propriozeptiven Fähigkeit von Kniegelenken mit einer primären Gonarthrose. *Der Unfallchirurg*, *100*(3), 219–224. <https://doi.org/10.1007/s001130050114>
- Jorgensen, M. G., Laessoe, U., Hendriksen, C., Nielsen, O. B. F., & Aagaard, P. (2013). Efficacy of Nintendo Wii Training on Mechanical Leg Muscle Function and Postural Balance in Community-Dwelling Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *68*(7), 845–852. <https://doi.org/10.1093/gerona/gls222>
- Kaminski, T. W., & Gribble, P. (2003). The Star Excursion Balance Test as a Measurement Tool. *Athletic Therapy Today*, *8*(2), 46–47. <https://doi.org/10.1123/att.8.2.46>
- Kim, J., Son, J., Ko, N., & Yoon, B. (2013). Unsupervised Virtual Reality-Based Exercise Program Improves Hip Muscle Strength and Balance Control in Older Adults: A Pilot Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *94*(5), 937–943. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.12.010>

- Kiselev, J. (2008). Evidenz von Physiotherapie bei Gonarthrose. *physioscience*, 4(03), 107–119.  
<https://doi.org/10.1055/s-2008-1027398>
- Liao, Y.-Y., Yang, Y.-R., Wu, Y.-R., & Wang, R.-Y. (2015). Virtual Reality-Based Wii Fit Training in Improving Muscle Strength, Sensory Integration Ability, and Walking Abilities in Patients with Parkinson's Disease: A Randomized Control Trial. *International Journal of Gerontology*, 9(4), 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.ijge.2014.06.007>
- Lloréns, R., Noé, E., Colomer, C., & Alcañiz, M. (2015). Effectiveness, Usability, and Cost-Benefit of a Virtual Reality–Based Telerehabilitation Program for Balance Recovery After Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(3), 418–425.e2. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.10.019>
- McNevin, N. H., Shea, C. H., & Wulf, G. (2003). Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning. *Psychological Research*, 67(1), 22–29.  
<https://doi.org/10.1007/s00426-002-0093-6>
- Molina, K., Ricci, N., de Moraes, S., & Perracini, M. (2014). Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(1), 156. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-156>
- Müller, S. A., Vavken, P., & Pagenstert, G. (2015). Simulated Activity But Real Trauma: A Systematic Review on Nintendo Wii Injuries Based on a Case Report of an Acute Anterior Cruciate Ligament Rupture. *Medicine*, 94(12), e648.  
<https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000648>
- Nitz, J. C., Kuys, S., Isles, R., & Fu, S. (2010). Is the Wii Fit™ a new-generation tool for improving balance, health and well-being? A pilot study. *Climacteric*, 13(5), 487–491.  
<https://doi.org/10.3109/13697130903395193>
- Orth, P., Kohn, D., & Madry, H. (2016). Degenerative Kniegelenkerkrankungen – Gonarthrose. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date*, 11(02), 81–98. <https://doi.org/10.1055/s-0041-108361>
- Park, J., Lee, D., & Lee, S. (2014). Effect of Virtual Reality Exercise Using the Nintendo Wii Fit on Muscle Activities of the Trunk and Lower Extremities of Normal Adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(2), 271–273. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.271>

- Pelletier, R., Higgins, J., & Bourbonnais, D. (2015). Addressing Neuroplastic Changes in Distributed Areas of the Nervous System Associated With Chronic Musculoskeletal Disorders. *Physical Therapy, 95*(11), 1582–1591. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140575>
- Roos, E. M., & Lohmander, L. S. (2003). The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis. *Health Qual Life Outcomes*. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-1-64>
- Schünke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2014). *Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem*. (M. Voll & K. Wesker, Hrsg.) (4., überarbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart New York: Georg Thieme Verlag.
- Shanahan, C. J., Hodges, P. W., Wrigley, T. V., Bennell, K. L., & Farrell, M. J. (2015). Organisation of the motor cortex differs between people with and without knee osteoarthritis. *Arthritis Research & Therapy, 17*(1). <https://doi.org/10.1186/s13075-015-0676-4>
- Tripette, J., Murakami, H., Ryan, K. R., Ohta, Y., & Miyachi, M. (2017). The contribution of Nintendo *Wii Fit* series in the field of health: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ, 5*, e3600. <https://doi.org/10.7717/peerj.3600>
- Ward, S. H., Pearce, A., Bennell, K. L., Peitrosimone, B., & Bryant, A. L. (2016). Quadriceps cortical adaptations in individuals with an anterior cruciate ligament injury. *The Knee, 23*(4), 582–587. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2016.04.001>
- Wulf, G., & Lewthwaite, R. (2016). Optimizing performance through intrinsic motivation and attention for learning: The OPTIMAL theory of motor learning. *Psychonomic Bulletin & Review*. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0999-9>
- Wulf, G., & Prinz, W. (2001). Directing attention to movement effects enhances learning: A review. *Psychonomic Bulletin & Review, 8*(4), 648–660. <https://doi.org/10.3758/BF03196201>
- Wulf, P. D. G. (2007). Motorisches Lernen (Teil 1), (1.07), 3–11.



## A Anhang: Informationsblatt

### INFORMATIONSBLATT ZUR STUDIE

## „Motorisches Lernen bei Gonarthrose“

### INHALT DER STUDIE

Diese Studie soll erforschen, wie sich ein gezieltes Training mit dem Wii Fit Fitnessspiel auf die Beschwerden und Aktivitäten einer Person mit Kniearthrose auswirkt. Dafür wurde ein physiotherapeutisches Trainingsprogramm erstellt, das sich mittels Nintendo Wii den sogenannten externen Aufmerksamkeitsfokus zugunsten macht. Das bedeutet, dass man sich bei der Ausführung der Übungen nicht auf die genaue Ausrichtung und Position des eigenen Körpers konzentriert, sondern auf die Anweisungen und das Feedback von Wii Fit. Damit sollen effizient optimale Bewegungsabläufe erlernt werden, welche sich positiv auf den Alltag mit Kniearthrose auswirken.

### TEILNAHMEBEDINGUNGEN



- 45 – 70 Jahre
- diagnostizierte Gonarthrose Grad 2-3
- allgemeiner Schmerz, länger als 6 Monate im betroffenen Gelenk
- Der Proband muss kognitiv und physisch in der Lage sein das physiotherapeutische Trainingsprogramm durchzuführen.



- Aktivierte Arthrose im betroffenen Gelenk
- Andere muskuloskeletale Erkrankungen am betroffenen Gelenk
- Knieprothesen oder Hüftprothesen an der betroffenen Extremität
- Diagnostische Eingriffe am betroffenen Gelenk in den letzten 12 Monaten
- Operative Eingriffe am betroffenen Gelenk in den letzten 2 Jahren
- Verletzungen der Kreuzbänder/Menissen in den letzten 5 Jahren
- Zentrale/Periphere Neuropathien
- Einnahme von Kortikosteroiden
- Dauermedikation von NSAR, bei Bedarf jedoch kein Ausschlusskriterium
- Drogenkonsum und/oder Alkoholkonsum

## ZEITRAUM

Die Durchführung des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes soll im Zeitraum von 20.11.2017 – 29.12.2017 stattfinden. Die Messtermine werden individuell vereinbart.

## ABLAUF DER STUDIE

Bei Teilnahme an der Studie wird vor Start des physiotherapeutischen Trainingsprogrammes Ihr körperlicher Zustand erhoben. Diese Messungen dienen dazu, die Auswirkungen des Trainings evaluieren zu können und werden an zwei Zeitpunkten nach dessen Beendigung wiederholt. Ausgeführt wird das Trainingsprogramm zweimal wöchentlich über einen Zeitraum von sechs Wochen, Eindrücke zu jedem Training sollen dokumentiert werden. Die Nintendo Wii und das Spiel Wii Fit werden zur Verfügung gestellt, es kann somit in den eigenen vier Wänden trainiert werden.

## KONTAKTDATEN

Katharina Widhalm  
Lehnweg 4  
3131 Inzersdorf ob der Traisen  
[kathi.widhalm@aon.at](mailto:kathi.widhalm@aon.at)  
0664/3826961

Im Rahmen meiner Bachelorarbeit werde ich alle Tests auswerten und die Ergebnisse niederschreiben. Gerne informiere ich auch Sie über die gewonnenen Erkenntnisse.

Vielen Dank für die Teilnahme an dieser Studie!

## **B Anhang: Dokumentationsblatt**

### **DOKUMENTATIONSBLATT**

Motorisches Lernen bei Gonarthrose -  
Physiotherapeutisches Trainingsprogramm

<b>DATUM</b>	<b>SETTING</b>	<b>KOMMENTAR</b>


Auszufüllen sind das Datum, an dem die jeweilige Trainingseinheit durchgeführt wurde, und welches Setting trainiert wurde. Im Feld Kommentar können subjektive Eindrücke, Probleme und andere Informationen, die Sie gerne festhalten und mit mir teilen wollen, aufgeschrieben werden.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Trainieren!

## C Anhang: WOMAC, KOOS und SUS

WOMAC		Gonarthrose	
Name	Geb.-Datum	Datum	Seite 1/3

> **1 Fragen zum Schmerz:**

1. Wie starke Schmerzen haben Sie beim Gehen auf ebenem Boden?  
keine            extreme

2. Wie starke Schmerzen haben Sie beim Treppen hinauf- oder hinuntersteigen?  
keine            extreme

3. Wie starke Schmerzen haben Sie nachts im Bett?  
keine            extreme

4. Wie starke Schmerzen haben Sie beim Sitzen oder Liegen?  
keine            extreme

5. Wie starke Schmerzen haben Sie beim Aufrechtstehen?  
keine            extreme

Summe = Subscore Komplex Schmerz ①:

> **2 Fragen zur Steifigkeit:**

1. Wie stark ist die Steifigkeit gerade nach dem Erwachen am Morgen?  
keine            extreme

2. Wie stark ist die Steifigkeit nach Sitzen, Liegen oder Ausruhen im späteren Verlauf des Tages?  
keine            extreme

Summe = Subscore Komplex Steifigkeit ②:

Fortsetzung auf Seite 2

Name

Geb.-Datum

Datum

Seite 2/3

**③ Fragen zur körperlichen Tätigkeit:**

1. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Treppen hinuntersteigen?

keine            extreme

2. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Treppen hinaufsteigen?

keine            extreme

3. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Aufstehen vom Sitzen?

keine            extreme

4. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Stehen?

keine            extreme

5. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim sich zum Boden bücken?

keine            extreme

6. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Gehen auf ebenem Boden?

keine            extreme

7. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Einsteigen ins Auto/Ausstiegen aus dem Auto?

keine            extreme

8. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Einkaufen gehen?

keine            extreme

9. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Socken/Strümpfe anziehen?

keine            extreme

10. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Aufstehen vom Bett?

keine            extreme

Fortsetzung auf Seite 3

Name

Geb.-Datum

Datum

11. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Socken/Strümpfe ausziehen?

keine            extreme

12. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Liegen im Bett?

keine            extreme

13. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim ins Bad/aus dem Bad steigen?

keine            extreme

14. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim Sitzen?

keine            extreme

15. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten beim sich auf die Toilette setzen/Aufstehen von der Toilette?

keine            extreme

16. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten bei anstrengenden Hausarbeiten?

keine            extreme

17. Wie groß sind Ihre Schwierigkeiten bei leichten Hausarbeiten?

keine            extremeSumme = Subscore Komplex Körperliche Tätigkeit ③: **Berechnung:**WOMAC-Gesamtindex = Subscore ① + Subscore ② + Subscore ③ = WOMAC-Globalindex =  ÷ 24 (Anzahl der Fragen) = **Verweise:**

Bewertung: Medial Rheumatologie, Seite 203

Online-Rechner: <http://www.medal-org.de> (Deutsch)<http://www.medalreg.com/medal/medal/ch20/ch20.04/ch20.04.05.php> (Englisch)

## "KOOS" KNIEFRAGEBOGEN

Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Geburtsdatum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

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

**ANLEITUNG:** In diesem Fragebogen geht es um Ihren Eindruck von Ihrem Knie. Ihre Angaben werden uns helfen, nachzuvollziehen, wie es Ihrem Knie Ihrer Meinung nach geht und wie gut Sie in der Lage sind, Ihren üblichen Tätigkeiten nachzugehen.

Beantworten Sie bitte jede Frage durch Ankreuzen des entsprechenden Kästchens. Bitte kreuzen Sie nur ein Kästchen pro Frage an. Wenn Sie sich unsicher sind, wie Sie die Frage beantworten sollen, wählen Sie die Antwort aus, die Ihnen am zutreffendsten erscheint.

### Beschwerden

Diese Fragen beziehen sich auf Beschwerden in Ihrem Knie in der **letzten Woche**.

S1. War Ihr Knie geschwollen?

niemals      selten      manchmal      oft      immer  
                       

S2. Haben Sie ein Knirschen verspürt, ein Klicken oder irgendein anderes Geräusch gehört, wenn Sie Ihr Knie bewegten?

niemals      selten      manchmal      oft      immer  
                       

S3. Ist Ihr Knie hängen geblieben, oder hat es blockiert, wenn Sie es bewegten?

niemals      selten      manchmal      oft      immer  
                       

S4. Konnten Sie Ihr Knie ganz strecken?

immer      oft      manchmal      selten      niemals  
                       

S5. Konnten Sie Ihr Knie ganz beugen?

immer      oft      manchmal      selten      niemals  
                       

### Steifigkeit

In den nachfolgenden Fragen geht es um die Steifigkeit Ihres Kniegelenkes während der **letzten Woche**. Unter Steifigkeit versteht man ein Gefühl der Einschränkung oder Verlangsamung der Fähigkeit Ihr Kniegelenk zu bewegen.

S6. Wie stark war Ihre KniestEIFigkeit morgens direkt nach dem Aufstehen?

keine      schwach      mäßig      stark      sehr stark  
                       

S7. Wie stark war Ihre KniestEIFigkeit **später am Tag**, nachdem Sie saßen, lagen, oder sich ausruhten?

keine      schwach      mäßig      stark      sehr stark



**Schmerzen**

P1. Wie oft tut Ihnen Ihr Knie weh?

niemals	mindestens einmal im Monat	mindestens einmal in der Woche	mindestens einmal am Tag	immer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wie stark waren die Schmerzen in Ihrem Knie in der **letzten Woche** bei den folgenden Tätigkeiten?

P2. Drehbewegung des Beins mit dem Knie

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P3. Ihr Knie ganz strecken

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P4. Ihr Knie ganz beugen

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P5. Auf ebenem Boden gehen

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P6. Treppen hinauf- oder hinuntergehen

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P7. Nachts im Bett

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P8. Sitzen oder Liegen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P9. Aufrecht stehen?

keine	schwach	mäßig	stark	sehr stark
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Körperliche Funktionsfähigkeit, Aktivitäten des täglichen Lebens**

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Funktionsfähigkeit. Hierunter verstehen wir Ihre Fähigkeit, sich selbständig zu bewegen und sich selbst zu versorgen. Geben Sie bitte bei jeder der nachfolgenden Tätigkeiten das Ausmaß der Schwierigkeiten an, die Sie in der **letzten Woche** wegen Ihres Kniegelenks damit hatten.

A1. Treppen hinuntersteigen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A2. Treppen hinaufsteigen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Geben Sie bitte bei jeder der nachfolgenden Tätigkeiten das Ausmaß der Schwierigkeiten an, die Sie in der **letzten Woche** wegen Ihres Kniegelenks damit hatten.

## A3. Vom Sitzen aufstehen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A4. Aufrecht stehen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A5. Sich zu Boden bücken, etwas vom Boden aufheben

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A6. Auf ebenem Boden gehen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A7. Ins Auto einsteigen oder aus dem Auto aussteigen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A8. Einkaufen gehen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A9. Socken/Strümpfe anziehen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A10. Vom Bett aufstehen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A11. Socken/Strümpfe ausziehen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A12. Im Bett liegen (beim Umdrehen, oder wenn das Kniegelenk längere Zeit unverändert in einer Stellung ist)

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A13. In die Badewanne oder aus der Badewanne steigen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A14. Sitzen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## A15. Sich auf die Toilette setzen oder aufstehen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Geben Sie bitte bei jeder der nachfolgenden Tätigkeiten das Ausmaß der Schwierigkeiten an, die Sie in der **letzten Woche** wegen Ihres Kniegelenks damit hatten.

A16. Schwere Hausarbeit verrichten (schwere Kisten bewegen, schwere Einkäufe tragen usw.)

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A17. Leichte Hausarbeit verrichten (kochen, Staub wischen usw.)

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Körperliche Funktionsfähigkeit, Sport und Freizeitaktivitäten

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Belastbarkeit bei stärkerer körperlicher Betätigung. Geben Sie bitte bei jeder der nachfolgenden Tätigkeiten das Ausmaß der Schwierigkeiten an, die Sie in der **letzten Woche** wegen Ihres Kniegelenks damit hatten.

SP1. Hocken

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP2. Laufen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP3. Springen

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP4. Drehbewegung des Beins mit dem kranken Knie

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP5. Knien

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Lebensqualität

Q1. Wie oft denken Sie an Ihr Knieproblem?

niemals	mindestens einmal im Monat	mindestens einmal in der Woche	mindestens einmal am Tag	immer
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q2. Haben Sie Ihre Lebensweise verändert um Tätigkeiten zu vermeiden, die Ihrem Knie schaden könnten?

gar nicht	wenig	etwas	stark	vollständig
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q3. Wie sehr macht es Ihnen zu schaffen, dass Sie sich auf Ihr Knie nicht verlassen können?

gar nicht	wenig	mäßig	ziemlich	sehr
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q4. Wie viele Schwierigkeiten haben Sie durch das Knie insgesamt?


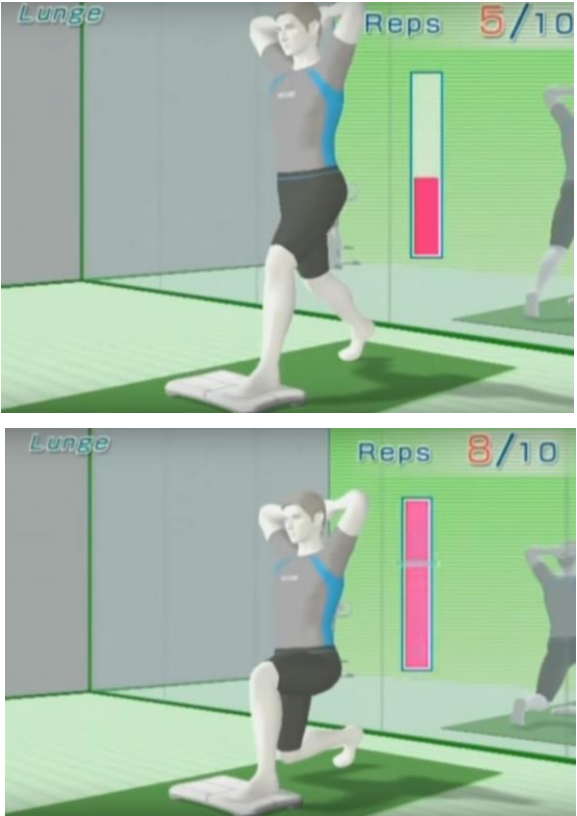
keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Vielen Dank für die Beantwortung aller Fragen dieses Fragebogens**

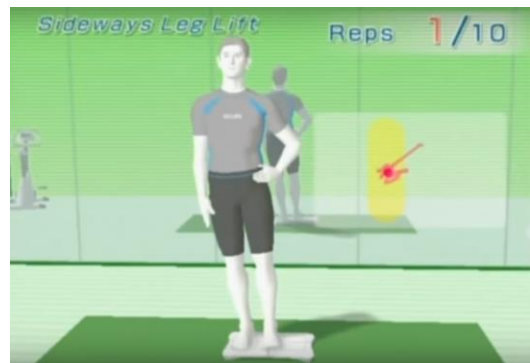
Please check the box that reflects your immediate response to each statement. Don't think too long about each statement. Make sure you respond to every statement. If you don't know how to respond, simply check box "3."

	Strongly Disagree						Strongly Agree
1. I think that I would like to use this product frequently.	1	2	3	4	5		
2. I found the product unnecessarily complex.	1	2	3	4	5		
3. I thought the product was easy to use.	1	2	3	4	5		
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this product.	1	2	3	4	5		
5. I found the various functions in the product were well integrated.	1	2	3	4	5		
6. I thought there was too much inconsistency in this product.	1	2	3	4	5		
7. I imagine that most people would learn to use this product very quickly.	1	2	3	4	5		
8. I found the product very awkward to use.	1	2	3	4	5		
9. I felt very confident using the product.	1	2	3	4	5		
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this product.	1	2	3	4	5		

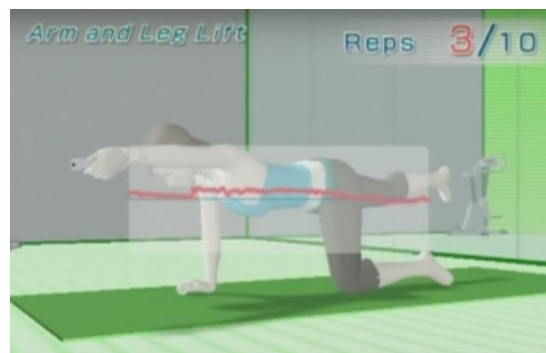
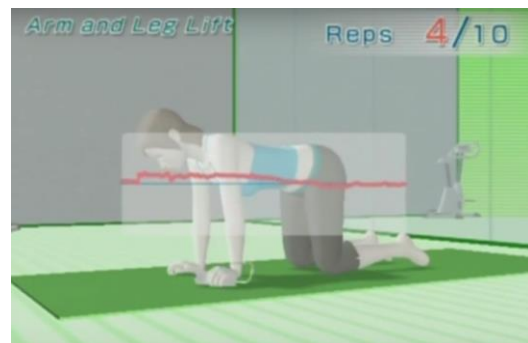
## D Anhang: Das physiotherapeutische Trainingsprogramm

Anhang D - Übungsauswahl physiotherapeutisches Trainingsprogramm	
Aufwärmspiel	Aerobicübung Step-Basic
<p>Zu Beginn einer jeden Übungseinheit soll mit dieser Aerobicübung aufgewärmt werden. Es wird rhythmisch auf das NBB gestiegen und dabei den visuellen Anleitungen im Spiel gefolgt.</p>	
Setting 1	Übungen
<p>Der Ausfallschritt: beidbeiniger Stand am NBB, Schritt nach hinten mit einem Bein; dynamisches auf- und abbewegen; Das Gewicht soll vom Bein am NBB übernommen werden.</p>	

Der Seitschwung: beidbeiniger Stand am NBB, Körpergewicht wird auf das Standbein verlagert; Dynamisch wird das Spielbein zur Seite gestreckt und der kontralaterale Arm abduziert. Es soll die Balance gehalten werden.



Das Diagonale Stretching: ASTE ist der Vierfüßlerstand, Feedback gibt hier die Fernbedienung der Nintendo Wii. Es werden dynamisch Arm und Bein der diagonalen Seite gestreckt und wieder abgelegt.



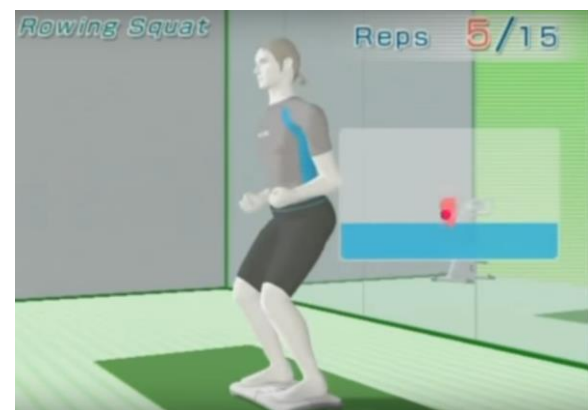
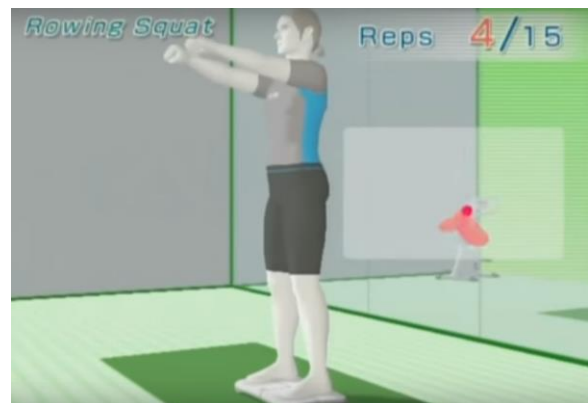
Der Stuhl: beidbeiniger Stand auf den Zehenspitzen am NBB mit nach vorne gestreckten Armen; Die Knie werden maximal 60° gebeugt, die Position wird gehalten.



Setting 2

Übungen

Das Rudern: beidbeiniger Stand am NBB, die Arme sind mit geballter Faust nach vorne gestreckt; Es erfolgen dynamische Kniebeugen mit maximal 60° Beugung der Knie, dabei werden die Arme an den Körper gezogen und wieder ausgestreckt.





Der Beinstrecker: einbeiniger Stand am NBB; das Spielbein ist in Hüfte und Knie circa 90° gebeugt; der Arm auf der Seite des Standbeins in Schulter und Ellbogen circa 90° gebeugt; der Arm auf der Seite des Spielbeins nach hinten gestreckt; Dynamisch erfolgt das Strecken des Spielbeins nach hinten und des Arms auf dieser Seite nach vorne oben. Auf Seite des Standbeins wird der Arm nach hinten unten gestreckt.



Die Brücke: RL am Boden auf einer Matte; die Beine sind angewinkelt, die Bauchmuskulatur wird aktiviert; Das Becken wird angehoben, die Hüften gestreckt. Die Position wird gehalten.





<p>Der Baum: Einbeinstand am NBB, der Fuß des Spielbeins wird (wenn möglich) am OS auf Höhe der Adduktoren gehalten. Die Arme sind über den Kopf gestreckt und die Hände werden zueinander geführt. Es soll die Balance gehalten werden.</p>	 <p>Tree</p> <p>Try to keep your center of balance within the yellow area.</p>
<p>Motivationsspiel</p>	<p>Ski-Slalom</p>
<p>Als Auflockerung wird zum Schluss Ski-Slalom gespielt. Man steht beidbeinig am NBB, anhand der Gewichtsverlagerung wechselt man die Richtung.</p>	 <p>40 km/h</p> <p>Lean your body left and right to pass between the flags. 0:02.4</p>