

Patrik Bürgin

Im Winkel 4

4142 Münchenstein

Telefon: +41 61 411 39 58

E-Mail: [patrik.buergin@gmail.com](mailto:patrik.buergin@gmail.com)

Matrikelnummer 96-057-799

---

# Die Interrater-Reliabilität der acht Beobachtungskriterien der kinematischen Ganganalyse nach Susanne Klein-Vogelbach

*Eine systematische Untersuchung*

Master-Thesis

Studiengang: Masterstudiengang in Functional Kinetic Science MFKSc

Ort: Medizinische Fakultät der Universität Basel, Advanced Studies

Referent: Philippe Merz (MPTSc, CIFK)

Münchenstein, 6. November 2015

Studiengangleitung :

**Prof. Dr. med. Niklaus Friederich**

Facharzt FMH Orthopädische Chirurgie  
und Traumatologie des Bewegungsapparates  
Sportmedizin SGSM

**Andreas M. Bertram**

Dipl. Physiotherapeut  
Master of Sports Physiotherapy  
Certified Instructor Functional Kinetics (CIFK)

# Danksagung

Als Erstes möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Referenten Philippe Merz bedanken. Sein grosses Fachwissen in der Functional Kinetics hat bei der präzisen Formulierung der Instruktion sehr geholfen. Ebenso widerspiegelt sich seine enorme Erfahrung in vielen wertvollen Gedanken in dieser Arbeit. Wir sind viele Stunden zusammen gesessen und haben dabei korrigiert, präzisiert, umformuliert oder ergänzt.

Die statistischen Berechnungen in dieser Arbeit gründen auf dem Fachwissen von Herrn Felix Amsler von Amsler Consulting. Nach dem wertvollen Anstoss in die statistischen Fragen durch das CTU (Clinical Trial Unit) des Universitätsspitals und vielen Stunden der Eigenarbeit in diesem Thema konnte Herr Amsler schlussendlich die zentralen statistischen Fragen lösen. Dafür bin ich ihm sehr dankbar.

Herzlichen Dank Herrn PD Dr. med. Michael Hirschmann, der mir die professionelle Zusammenarbeit mit Felix Amsler erst ermöglicht hat.

Dann möchte ich mich auch bei Jaqueline Romkes und Beat Göpfert bedanken. Sie haben mir ermöglicht, die Videodatenbank des Ganglabors des Universitätskinderspitals beider Basel zu durchstöbern und die ausgesuchten Videos anonymisiert.

Für alle teilnehmenden Raterinnen und Rater waren es zwei intensive Stunden der Ganganalyse. Sie haben dafür ihre Freizeit geopfert. Vielen herzlichen Dank.

Ein riesengrosses Dankeschön an meine Frau: ohne sie wäre das ganze Studium nicht möglich gewesen. Sie hat mir den nötigen Freiraum während den gut zwei Jahren geschaffen. Dabei war sie aber auch eine wichtige fachliche Unterstützung als Gegenleserin der Arbeit oder kritische Zuhörerinnen beim Üben der Instruktionspräsentation.

Schliesslich möchte ich auch der Studienleitung um Prof. Dr. med. Niklaus Friederich und Andreas Bertram meinen Dank aussprechen für die zwei Jahre Begleitung und Führung während des Studiums.

# Inhalt

|   |    |
|---|----|
| Danksagung .....  | 1  |
| Abstract .....  | 4  |
| 1 Einleitung und Zielsetzung.....   | 5  |
| 1.1    Einleitung .....   | 5  |
| 1.2    Ziel der Arbeit.....   | 6  |
| 2 Grundlagen .....  | 8  |
| 2.1    Die visuelle Ganganalyse.....  | 8  |
| 2.2    Die Ganganalyse nach Klein- Vogelbach .....  | 9  |
| 2.2.1    Kriterium I:.....  | 10 |
| 2.2.2    Kriterium II.....  | 10 |
| 2.2.3    Kriterium III.....   | 11 |
| 2.2.4    Kriterium IV .....   | 11 |
| 2.2.5    Kriterium V .....  | 11 |
| 2.2.6    Kriterium VI .....   | 11 |
| 2.2.7    Kriterium VII.....   | 12 |
| 2.2.8    Kriterium VIII.....  | 13 |
| 2.3    Die videogestützte Ganganalyse .....   | 14 |
| 2.3.1    Voraussetzungen für eine effektive und objektive Durchführung der<br>beobachtenden Ganganalyse ..... | 15 |
| 2.3.2    Die systematische Bewegungsanalyse des Gangs .....   | 15 |
| 2.4    Die instrumentierte (computergestützte) Ganganalyse.....   | 16 |
| 2.4.1    Die kinematische Analyse.....  | 16 |
| 2.4.2    Die kinetische Analyse.....  | 16 |
| 2.5    Die Gütekriterien.....   | 17 |
| 2.5.1    Objektivität.....  | 17 |
| 2.5.2    Validität .....  | 17 |
| 2.5.3    Reliabilität.....  | 17 |
| 3 Material und Methoden .....   | 18 |
| 3.1.1    Videos der Probanden.....  | 18 |
| 3.1.2    Die Rater.....   | 20 |
| 3.1.3    Die Raumsituation.....   | 22 |
| 3.1.4    Der Ganganalysebogen .....   | 22 |
| 3.2    Methode .....  | 24 |
| 3.2.1    Der Zeitrahmen.....  | 24 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.2.2 | Der Ablauf der Untersuchung.....  | 24 |
| 3.2.3 | Die Instruktion .....   | 25 |
| 3.2.4 | Ethikkommission.....  | 30 |
| 3.3   | Statistische Auswertung .....   | 31 |
| 3.3.1 | Berechnung der Kappa- Werte .....                                       | 31 |
| 3.3.2 | Berechnung des „raw agreement“ .....                                    | 32 |
| 3.3.3 | Auswertung der Slow Motion.....   | 32 |
| 3.3.4 | Auswertung der Frage: „Was würden Sie als nächstes im Befund...?“ ..... | 33 |
| 3.3.5 | Literatursuche.....   | 33 |
| 4     | Resultate.....  | 34 |
| 4.1   | Die Interrater-Reliabilität mittels Fleiss-Kappa .....                  | 34 |
| 4.2   | Das „raw agreement“ .....   | 37 |
| 4.3   | Ergebnisse aus der Anzahl Beurteilung „Norm“ und „Abweichend“ .....     | 39 |
| 4.4   | Auswertung und Ergebnisse der „Slow Motion“ .....                       | 40 |
| 4.5   | Auswertung der Frage: „Was würden Sie als nächstes untersuchen? .....   | 41 |
| 5     | Diskussion.....   | 43 |
| 5.1   | Der Vergleich mit anderen Studien/ Skalen:.....                         | 43 |
| 5.2   | Die Resultate unter dem Aspekt der Methodik kritisch betrachtet .....   | 46 |
| 5.2.1 | Die Anzahl Rater und Videos .....                                       | 46 |
| 5.2.2 | Missing value .....   | 47 |
| 5.2.3 | Einfluss der Beobachterebene.....                                       | 47 |
| 5.2.4 | Die Videos.....   | 47 |
| 5.2.5 | Die Slow Motion .....   | 48 |
| 5.2.6 | Die Zeit .....  | 49 |
| 5.3   | Der Einfluss der Videoanalyse auf das weitere Vorgehen im Befund .....  | 49 |
| 5.4   | Schlussfolgerung.....   | 51 |
| 6     | Literaturverzeichnis.....   | 52 |
| 7     | Tabellen- und Abbildungsverzeichnis.....                                | 55 |
| 8     | Abkürzungsverzeichnis .....   | 56 |
| 9     | Glossar.....  | 57 |
| 10    | Anhang.....   | 61 |

## Abstract

**Einleitung:** In der alltäglichen physiotherapeutischen Praxis wird das Gangbild nach bestimmten Beobachtungskriterien untersucht. Die visuelle kinematische Ganganalyse der „Funktionellen Bewegungslehre Susanne Klein-Vogelbach, Functional Kinetics“, beurteilt anhand von acht spezifischen Kriterien inwiefern das Gangbild einer Person der Norm entspricht und in welchen Punkten es davon abweicht. Das Ziel dieser Arbeit ist, anhand von Gangvideos die Interrater-Reliabilität von Raterinnen und Ratern verschiedener, nach Berufserfahrung eingeteilter Gruppen bei diesem Vorgehen zu untersuchen.

**Methodik:** Drei Gruppen von jeweils zehn Raterinnen und Ratern wurden rekrutiert: eine Studentengruppe (in der Ausbildung), eine Gruppe von diplomierten Physiotherapeuten (Berufserfahrung Ø 12.5 Jahre, +/- 5.8) und eine Gruppe von Absolventen des Masterstudiums in „Functional Kinetics“ (Berufserfahrung Ø 11.5 Jahre, +/- 6.8). Nach einer Instruktionsphase von 45 Minuten wurden sechs Videos von orthopädischen Patienten in einer randomisierten Reihenfolge mittels eines Beurteilungsbogens analysiert. Dabei mussten sich die Raterinnen und Rater bei jedem Kriterium zwischen „Norm“ und „Abweichung“ in 8-10 Minuten pro Video entscheiden. Um die Interrater-Reliabilität in den verschiedenen Gruppen und zwischen den Gruppen zu bestimmen, wurde der Fleiss-Kappa Wert berechnet.

**Resultate:** Insgesamt ergab die systematische Untersuchung 2144 Beurteilungen. Die Übereinstimmung über alle Gruppen und Kriterien ergibt einen Kappa- Wert von 0.348, was einer ausreichenden (fairen) Beurteilung entspricht. Zwischen den drei Gruppen finden sich in der Gesamtübereinstimmung keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0.05$ ), innerhalb der einzelnen Beobachtungskriterien gibt es statistisch signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ).

**Diskussion/Schlussfolgerung:** In Anbetracht der kurzen Beobachtungs- und Beurteilungszeit von 8-10 Minuten (dies im Vergleich mit anderen Settings, die keine Zeitlimite setzten) ist eine ausreichende (faire) Interrater-Reliabilität bei der kinematischen Ganganalyse nach Klein-Vogelbach beachtlich. Die Erfahrung spielt dabei eine untergeordnete Rolle. Diese Form der Ganganalyse empfiehlt sich als Tool für die Praxis.

**Keywords:** visuelle Ganganalyse, Reliabilität, Beobachtungskriterien, Funktionelle Bewegungslehre Klein-Vogelbach, Functional Kinetics, observational/visual gait analysis, reliability

# 1 Einleitung und Zielsetzung

## 1.1 Einleitung

Das Gehen hat für den Menschen einen hohen Stellenwert. Es gibt ihm die Freiheit zur aktiven Teilnahme an vielen Aktivitäten des täglichen Lebens innerhalb und ausserhalb des Wohnbereichs. Eine Mobilitätseinbusse führt durch die Einschränkung der Partizipationsmöglichkeiten zu einem echten Verlust an Lebensqualität (Suppé und Bongartz, 2013, S. 3). Die Ganganalyse ist eine Art der Bewegungsanalyse, die das Gangbild des Menschen beschreibt und auf bestimmte Kriterien hin untersucht. Physiotherapeuten versuchen zu beurteilen, inwiefern das Gangbild einer Person der „Norm“ entspricht und in welchen Punkten es davon abweicht. Dies dient zur Analyse eines pathologischen Gangbildes und hilft, zugrundeliegende Ursachen herauszufinden sowie später eine geeignete Therapie festzulegen.

Somit stellt die Ganganalyse eine wichtige Information für die weitere Vorgehensweise dar, sowohl für die analysebezogene Befundaufnahme, als auch im Hinblick auf die spätere physiotherapeutische Behandlung. Die Durchführung einer Ganganalyse ist wichtig, um Hypothesen betreffend dem Zusammenhang zwischen den Beschwerden eines Patienten und deren funktionellen Ursachen zu erkennen. Da die visuelle Ganganalyse mit kurzem Zeitaufwand sowie ohne spezielle Hilfsmittel durchgeführt werden kann, ist sie als Teil der physiotherapeutischen Befundaufnahme leicht anzuwenden.

Allerdings erfordert die Beobachtung einer Momentaufnahme und die Beurteilung des Gangbildes Erfahrung (Suppé und Bongartz, 2013, S. 110). Die Beobachtung des Gehens stellt höchste Anforderungen an die Therapeuten, da es wesentlich schwieriger ist, eine fortlaufende Bewegung zu beobachten und zu analysieren, als eine statische (Dölken und Hüter-Becker, 2009).

Ein einfacher, klar strukturierter Assessmentbogen, sowie eine gute Einführung in dessen Handhabung, erleichtern die Analyse.

Aufgrund dieser Analyse kann die Physiotherapeutin, der Physiotherapeut Hypothesen betreffend Entstehung der gestörten Funktion und Struktur formulieren und in der Folge diese in der weiteren Befundaufnahme bestätigen oder verwerfen.

„Die Bewegungsanalyse nach Klein-Vogelbach weist als Besonderheit auf, dass sie nicht nur die Details einer Bewegung beschreibt, sondern darin mehr erkennt als nur Einzelkomponenten“ (Suppé und Bongartz, 2013, S. 2).

Ob die ganzheitliche Betrachtung mit „nur“ acht Beobachtungskriterien den Anforderungen der Bewegungsanalyse entspricht, soll die folgende Arbeit untersuchen.

Die ganzheitliche Betrachtung mit acht Beobachtungskriterien unterscheidet sich in der Form und Einfachheit nicht nur von anderen Konzepten wie „Gehen verstehen“ von Götz-Neumann, sondern auch von der instrumentierten Ganganalyse. Die heute hochtechnisierte Ganganalyse erlaubt zwar genaue kinematische (detaillierte Beschreibung der Gelenkbewegung), kinesiologische (elektromyographische Aufzeichnung der Muskelaktivitäten) und kinetische Analysen (Kraftmessungen von Zug- und Druckverhältnissen in Gelenken), verliert aber wahrscheinlich den funktionellen Zusammenhang und ist aus ökonomischen Gründen auch nur begrenzt einsetzbar (Altschuck, 2010; Suppé und Bongartz, 2013, S. 3).

## **1.2 Ziel der Arbeit**

Die instrumentierte Ganganalyse wird von diversen Disziplinen der Medizin und Sportwissenschaft zur Diagnose (Neurologie, Sportwissenschaft), Interventionsplanung (Operation in der Orthopädie) und Verlaufsdokumentation (Physiotherapie, Erfolg nach einer Operation) eingesetzt. Für die Beobachtung von kinematischen Gangparametern existieren bereits verschiedene Skalen und Assessments (Brown et al., 2008; Eastlack et al., 1991; Ferrarello et al., 2013; Krebs et al., 1985; Lord et al., 1998; Rathinam et al., 2014; Viehweger et al., 2010). Die in der wissenschaftlichen Literatur am häufigsten eingesetzten Skalen sind für Kinder mit Zerebralparese oder für Erwachsene mit einer Hemiparese konzipiert worden (Altschuck, 2010).

Die acht Beobachtungskriterien der Ganganalyse nach Susanne Klein-Vogelbach wurden bisher noch nie auf die Interrater-Reliabilität (IRR) getestet. Auch finden sich in der Literatur kaum Studien über Ganganalysen mit orthopädisch bedingten Gangabweichungen (Altschuck, 2010; Brunnekreef et al., 2005). Der Autor dieser Arbeit hat daher gezielt Videos mit diesem Patientengut ausgewählt, weil die Abweichungen weniger ausgeprägt und jedem Physiotherapeuten ohne Zusatzausbildung geläufig sind (was aber nicht unbedingt bedeutet, dass die Beurteilung einfacher ist).

Das Ziel der Arbeit besteht darin herauszufinden, wie gut die Beurteilung der Beobachtungskriterien der Ganganalyse nach Klein-Vogelbach zwischen den verschiedenen Raterinnen und Rater übereinstimmt und ob die Erfahrung der Beobachtenden für die Analyse eines Gangbildes entscheidend ist (Vergleich zwischen den drei Ratergruppen).

Zudem soll die Untersuchung Aufschluss darüber geben, welche Entscheidungen auf Grund der Analyse getroffen werden.

Es ist anzunehmen, dass mit der Ganganalyse nach Susanne Klein-Vogelbach ein Assessment vorliegt, welches einfach, klar und zielführend ist. Mit einer guten Einführung in die Handhabung des Assessmentbogens und in die zu beurteilenden Kriterien, ist es für erfahrene Therapeutinnen und Therapeuten wie auch für ungeübte Physiotherapiestudierende möglich, übereinstimmende Aussagen zu treffen. Hier vermutet der Autor einen klaren Vorteil gegenüber anderen Ganganalysetools (Altschuck, 2010; Brunnekreef et al., 2005; Eastlack et al., 1991; Schaub and Stauffer, 2013).



## 2 Grundlagen

Die Funktionelle Bewegungslehre (FBL) – Functional Kinetics (FK) lehrt Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten, das Bewegungsverhalten des Menschen von aussen zu betrachten. Die Beobachtungsverfahren liefern Daten über die Bewegungsharmonie, die Koordination, den Rhythmus und das Bewegungsausmass. Für jede Physiotherapeutin, jeden Physiotherapeuten stellt die Fähigkeit zu beobachten eine Basisqualifikation dar und ist ein diagnostisch wichtiges Verfahren. Daher werden die Grundlagen der FBL Functional Kinetics in der Ausbildung gelehrt. Der Entscheid über die jeweilige Therapieform erfolgt anhand der Bewegungsbeobachtung und der anschliessenden weiteren Untersuchung und deren Auswertung. Als Referenz gilt das Bewegungsverhalten des gesunden Menschen (Suppé, 2014, S. 20).

### 2.1 Die visuelle Ganganalyse

„Die visuelle Ganganalyse ist das Beobachten des Ganges einer Person, ohne die Unterstützung von elektronischen Hilfsmitteln“ (Nicolakis und Kopf, 2005, S. 81). „Bei der beobachtenden Ganganalyse handelt es sich um eine auf Forschung beruhende, effizient Problem lösende Vorgehensweise..., die sich unmittelbar an den anatomisch-strukturellen Schaden, die funktionellen Einschränkungen und potenziellen Behinderungen des Patienten richtet. Sie ist ein objektives klinisches Beurteilungswerkzeug, das sich in vieler Hinsicht hervorragend für die tägliche Arbeit am Patienten mit Störungen des Bewegungsapparats und seiner Steuerung eignet.“ (Götz-Neumann, 2011, S. 93)

Doch was macht die qualitativ gute Beobachtung aus? Und wie unterscheidet sich das Beobachten von Betrachten oder Sehen? (aus Spirgi-Gantert und Suppé, 2014, S.3. und Forst B, Schoer D 1999)

- Beim Sehen fällt Licht durch das Auge und wird auf der Netzhaut gebündelt, es entstehen Bilder. Diese wandern über den Sehnerv zum Gehirn und werden verarbeitet: wir *sehen*.
- Beim *Betrachten* wird etwas gründlicher angesehen, zum Beispiel ein Bild in einem Museum.
- *Beobachten* hingegen ist absichtsvoll – es wird eine Veränderung oder Entdeckung erwartet. „Beobachten ist die zielgerichtete, aufmerksame Wahrnehmung von Objekten, Phänomenen oder Vorgängen“ (Spirgi-Gantert

und Suppé, 2014, S. 3). Dabei ist es ein konstruktiver Prozess, in dem die Ergebnisse der Sinnesleistung mit individuellen Bedeutungen und Erfahrungen gekoppelt werden (Forst B, Schoer D. 1999).

Die Beobachtung kann mit einem Referenzbild verglichen werden. Das heisst, die Therapeutin/ der Therapeut braucht ein Idealbild vor Augen, welches als Beurteilungsmassstab dient. Durch dieses Idealbild ist es möglich, Abweichungen zu erkennen und zu klassifizieren, dabei soll die therapeutische Beobachtungsanalyse möglichst objektiv und systematisch sein, was sie von der Alltagsbeobachtung unterscheidet. Definierte Beobachtungskriterien und eine Organisation des Beobachtungsprozesses, in dem festgelegt wird, was beobachtet und wie das Beobachtete dokumentiert und anschliessend interpretiert wird, ermöglichen dieses Vorgehen (siehe Abschnitt Material und Methoden).

Was ist ein Beobachtungskriterium? Dazu hat Susanne Klein- Vogelbach 1976 folgendes geschrieben:

„Ein brauchbares Beobachtungskriterium ist ein Merkmal, das auch von einem Nichttherapeuten gut erkannt werden kann, wenn man durch geeignete Hinweise seine Aufmerksamkeit auf das durch Wahrnehmung erkennbare Phänomen lenkt. Das angeborene Talent jedes Lebewesens, das „Normale“ seiner Art zu erkennen und vom „Kranken“ unterscheiden zu können, ist für den Therapeuten eine unschätzbare und auch unentbehrliche Gabe.“(Spirgi-Gantert und Suppé, 2014, S. 5).

## **2.2 Die Ganganalyse nach Klein- Vogelbach**

„Die Beobachtungskriterien des normalen Gangs sind keine Durchschnittswerte, die bei Menschen verschiedener Altersgruppen und unterschiedlicher körperlicher Kondition gefunden wurden. Es handelt sich vielmehr um hypothetische Normen gesunder, erwachsener Individuen, die in ihrem Gehverhalten das Optimum einer ökonomischen Fortbewegung hervorbringen können.“ (Klein-Vogelbach, 1995)

Susanne Klein-Vogelbach hat eine Idealvorstellung der Konstitution (Körperbau) und Statik (Haltung) in eine natürliche verschleiss- und energiesparende Bewegung (Ökonomie), das aufrechte Gehen integriert.

Im folgenden Abschnitt werden die acht Beobachtungskriterien beschrieben. Die dazugehörigen Abweichungen folgen im Abschnitt „Material und Methoden“. Als Quellen dienen Klein-Vogelbach, 1995; Spirgi-Gantert und Suppé, 2012; Suppé, 2014; Suppé und Bongartz, 2013:

### **2.2.1 Kriterium I:**

*Vorwärtstransport der Körperabschnitte Brustkorb und Kopf bei horizontaler Rechtwinkelstellung ihrer frontotransversalen Achsen zur Fortbewegungsrichtung*

Der Start zum Gehen beginnt mit einem Ziel. Normalerweise hat der Mensch beim Gehen eine sogenannte „Zielsehnsucht“, diese bringt die Gewichte von Brustkorb und Kopf nach vorne und verändert damit den Schwerpunkt über der Unterstützungsfläche in Richtung des Ziels. Der Mensch startet spontan und ohne zu überlegen, denn er will das Ziel vor Augen erreichen. Wenn eine Masse in eine Richtung einmal beschleunigt wurde, verharrt sie in dieser Bewegung und Richtung (Gesetz der „Trägheit der Masse“). Die Reaktion auf diese Beschleunigung und Veränderung der Gewichte verlangt eine Anpassung der Unterstützungsfläche, um das Fallen zu verhindern: als Reaktion folgt ein Schritt.

Dazu sollte der Körperabschnitt Brustkorb dynamisch stabilisiert sein. Der frontotransversale Brustkorbdurchmesser bleibt dabei immer rechtwinklig zur Gehrichtung. Er ist im Raum rotationsstabil und bietet dadurch dem Kopf die Möglichkeit, sich frei zu bewegen.

Der Gehautomatismus entsteht durch den „Drive“ (Antrieb, Schwung), der durch folgende Faktoren aufrechterhalten wird:

- die Zielsehnsucht,
- das permanente Überwiegen der vorderen Gewichte,
- die Trägheit der Masse der Körperabschnitte Brustkorb und Kopf.

### **2.2.2 Kriterium II**

*Gangtempo*

In der Funktionellen Bewegungslehre wird unter dem optimalen Gehtempo die Schrittfrequenz pro Minute verstanden, unter welcher die Schritte reaktiv, mühelos und damit ökonomisch in Gang gesetzt werden können. Die Kadenz beträgt 108-120 Schritte pro Minute und ist konstant. Nur in diesem Tempo kann die Fortbewegungsart „Gehen“ in ihrer optimalen Form in Erscheinung treten (Klein-Vogelbach, 1995, S. 89). Denn nur unter Einhaltung dieser hypothetischen Norm können sich die übrigen Beobachtungskriterien spontan und automatisch, das heißt reaktiv abspielen.

### **2.2.3 Kriterium III**

#### *Spurbreite*

Die Spurbreite beim Gehen ist schmaler als beim Stehen und durch den Abstand der funktionellen Fusslängsachsen definiert. Sie ist eine Konstante und so gross, dass das überholende Spielbein sich ohne Behinderung am Standbein vorbei bewegen kann (die mediale Ferse des Spielbeins berührt gerade nicht den medialen Malleolus des Standbeins).

### **2.2.4 Kriterium IV**

#### *Schrittlänge*

Die Rechts- und Linksschritte sind gleich lang. Jeder dieser Schritte bewirkt einen gleich grossen Weggewinn des Körpers zum Ziel. Die Schrittlänge ist der beobachtbare Abstand zwischen Zehen (des hinteren Fusses) und Ferse (des vorderen Fusses) in der Doppelbelastungsphase plus einer Fusslänge. Sie ist abhängig von folgenden Kriterien:

- dem Hüftgelenksabstand
- den rotatorischen und extensorischen Bewegungstoleranzen der Hüftgelenke
- der Fuss- und Beinlänge
- den rotatorischen Bewegungstoleranzen in der unteren Brustwirbelsäule

### **2.2.5 Kriterium V**

#### *Erhaltung der virtuellen Körperlängsachse und ihre vertikale Ausrichtung*

„Die Körperabschnitte Becken, Brustkorb und Kopf sind in die vertikal stehende Körperlängsachse eingeordnet, die Brustwirbelsäule ist dynamisch stabilisiert und die Körperabschnitte Becken und Kopf sind potentiell beweglich. Nur so hat das Becken Bewegungsfreiheit in der Lendenwirbelsäule und dem lumbothorakalen Übergang und die Beinbewegungen können mühelos auf die Wirbelsäule übertragen werden. Die dynamische Stabilisierung der Brustwirbelsäule ist Voraussetzung für das reaktive Armpendel“ (Spirgi-Gantert und Suppé, 2012, S. 177).

### **2.2.6 Kriterium VI**

#### *Erhaltung der virtuellen Bein- und Fussachsen und die räumliche Einstellung der funktionellen Fusslängsachsen in die Fortbewegungsrichtung*

Die funktionelle Fusslängsachse verläuft vom lateralen Calcaneus zum Grosszehengrundgelenk. Sie zeigt beim Gehen in die Fortbewegungsrichtung und steht parallel zur der auf den Boden projizierten Symmetrieebene des Brustkorbs. Die Flexions- und Extensionsachsen von Hüft-, Knie- und Grosszehengrundgelenk stehen während der Standbeinphase parallel zueinander und rechtwinklig zur Fortbewegungsrichtung.

### **2.2.7 Kriterium VII**

#### *Gehbewegungen der Körperabschnitte Becken und Beine*

„Die Gehbewegungen der Beine sind eine Reaktion auf die konstante Verlagerung des Körperschwerpunktes in die Fortbewegungsrichtung“ (Suppé und Bongartz, 2013, S. 74). Zum reaktiven Schritt kommt es durch die Vorlastigkeit, die durch die nach vorn schwingenden Gewichte des Spielbeins und des Arms der Gegenseite unterhalten werden.

Um die einzelnen Phasen des Standbeins zu beschreiben, werden die Phasenbezeichnung und Abkürzung nach Götz-Neumann (in Klammern notiert) verwendet (Götz-Neumann, 2011, S. 10–11).

Die Standbeinphase beginnt mit dem Aufsetzen der Ferse (Initial Contact „IC“) und endet mit dem Loslösen der Zehen (Preswing „PSw“). Der Fuss rollt über die funktionelle Fusslängsachse ab und beim Aufsetzen der Ferse ist die Beinlängsachse nach hinten geneigt. Durch den Vorwärtstransport des Türmchens (Körperabschnitte Kopf, Brustkorb und Becken) kommt die Beinlängsachse in die Vertikale und weiter bis in die Vorneigung.

Beim IC ist das Obere Sprunggelenk (OSG) in Nullstellung, die Zehengrundgelenke sind in Extension. Im Moment der Gewichtsübernahme (Stossdämpfungsphase, Loading Response „LR“) gibt das Kniegelenk leicht flexorisch nach und das Hüftgelenk ist in 30° Flexion. Dann senkt sich der Fuss zum Boden bis zum Sohlenkontakt und gleichzeitig kommt die Beinlängsachse in die Vertikale, Knie- und Hüftgelenk bewegen sich extensorisch (Mid Stance, „MSt“). Die Ferse löst sich wieder vom Boden sobald der Fuss des Spielbeines den Standbeinfuss überholt. Die Beinlängsachse neigt sich nach vorne (Terminal Stance „TSt“). Sobald das Spielbein Bodenkontakt herstellt und zum neuen Standbein wird, lässt das hintere Bein in Knie- und Hüftgelenk flexorisch nach (Preswing „PSw“), die Zehen lösen sich vom Boden und das Bein wird zum Spielbein.

Die Spielbeinphase beginnt mit dem Lösen der Zehen vom Boden (Initial Swing, „ISw“) und endet mit dem Aufsetzen der Ferse auf dem Boden (IC). Im Moment der Zehenablösung steht das OSG in Plantarflexion, der Fuss bewegt sich dorsalextensorisch bis in die Nullstellung und wird am Unterschenkel verankert. Gleichzeitig flektieren sich Knie- und Hüftgelenk kontinuierlich. In dem Moment, wo der Spielbeinfluss den Standbeinfluss überholt (Midswing, „MSw“), ist die Knieflexion am grössten (60° (Götz-Neumann, 2011), 70° (Suppé und Bongartz, 2013). Danach bewegt sich der Unterschenkel extensorisch im Kniegelenk bis die Ferse den Boden berührt (Terminal Swing „TSw“).

### **2.2.8 Kriterium VIII**

*Gangtypische Bewegungen des Körperabschnitts Arme als Reactio auf die Gehbewegungen der Körperabschnitte Becken und Beine*

„Die Bewegungsanalyse auf die untere Extremität zu beschränken reduziert das Gehen in einer Weise, die dem komplexen Geschehen nicht gerecht wird. Ohne das Zusammenspiel aller 5 Körperabschnitte ist ein ökonomisches Gehen nicht möglich.“ (Suppé und Bongartz, 2013, S. 94)

Gangtypisch bewegt sich ein Arm zusammen mit dem Gegenbein. So gibt es wie bei den Beinen auch einen Standarm (bewegt sich symmetrisch mit dem Standbein) und Spielarm (bewegt sich zusammen mit dem Spielbein). Wenn der Körper über das Standbein nach vorn transportiert wird, ist auch der Standarm räumlich konstant, und die Längsachse von Standarm und -bein sind gleich weit geneigt. Standbein und Standarm bleiben mit Fuss und Hand im Raum am Ort stehen. Sie werden vom Türmchen überholt, während dieses nach vorne transportiert wird.

Die Gangtypischen Bewegungen des Spielarmes im Detail:

Die Bewegung beginnt distal, die Hand bewegt sich nach vorne, weiterlaufend flexorisch/aussenrotatorisch im Humeroskapulargelenk. Der Schultergürtel wird von der weiterlaufenden Bewegung erfasst und bewegt sich auf dem Brustkorb im Sinne einer Protraktion. Die Hand als distaler Distanzpunkt bewegt sich um die Länge eines Schritts nach vorn.

Die Gangtypischen Bewegungen des Standarmes im Detail:

Die Bewegung beginnt proximal, die Hand des Standarmes und der Standbeinfluss bleiben standortkonstant, während das Türmchen nach vorne transportiert wird. Der Brustkorb wird in den Schultergelenken im Sinne einer Retraktion nach vorn bewegt.

Nach distal weiterlaufend kommt es zur Schulterextension, da der Schultergürtel den Humerus überholt.

Die Arme schwingen dabei in der Sagittalebene. Eine geringe Konvergenz beim vorschwingenden und eine geringe Divergenz beim rückschwingenden Arm ist dabei normal und entspricht dem Situs der Schultergelenkspfanne.

Die gangtypischen reaktiven Bewegungen des Körperabschnitts Arme treten bei normaler Spurbreite, optimaler Schrittlänge, ebener Unterlage und einem normalen Gangtempo von 108-120 Schritten pro Minute am deutlichsten in Erscheinung. Die Schrittlänge entscheidet über den Bewegungsausschlag der Arme, während die Kadenz der Beine massgebend für die gangtypische Bewegung ist. Beim langsamen Gehen fehlt der „Drive“ und die Arme schwingen symmetrisch als träge Masse.

## 2.3 Die videogestützte Ganganalyse

Durch den Gebrauch einer Videoanalyse kann die visuelle Ganganalyse verbessert werden. Denn die rein visuelle Ganganalyse hat einige Nachteile (Nicolakis und Kopf, 2005, S. 81):

- Es handelt sich um ein vorübergehendes Geschehen, es gibt keine permanente Aufzeichnung
- Das menschliche Auge kann keine Prozesse auflösen, die mit hoher Geschwindigkeit ablaufen.
- Es ist nur möglich, Bewegungen zu betrachten, keine Kräfte
- Sie ist sehr von der Erfahrung und dem Wissen des individuellen Beobachters abhängig
- Die Reproduzierbarkeit ist nur gering (Krebs et al., 1985).

Durch die Videoanalyse kann folgendes verbessert werden:

- Der Gang kann wiederholt betrachtet werden, ohne dass der Patient ermüdet
- Die Slow Motion ermöglicht den Vergleich mehrerer Gelenke in einer Gangphase
- Bewegung kann in der Sagittal- und Frontalebene im gleichen Gangabschnitt beurteilt werden, sofern zwei Kameras gleichzeitig aufnehmen.

Trotzdem weisen Krebs et al (1985) bei der visuellen Ganganalyse auf eine nur moderate Reliabilität hin.

### **2.3.1 Voraussetzungen für eine effektive und objektive Durchführung der beobachtenden Ganganalyse**

Die Position des Beobachters oder der Videokamera muss bewusst gewählt werden. Allgemein gilt, dass ausreichend Abstand zum Patienten nötig ist, um den Überblick über die Gesamtbewegung wahren zu können. Die Kamera ist im rechten Winkel zur relevanten Bewegungsebene positioniert und in etwa 1m Höhe. Die Gehstrecke sollte mindestens 6m betragen und die Instruktion an den Patienten ist standardisiert (Suppé und Bongartz, 2013, S. 124).

### **2.3.2 Die systematische Bewegungsanalyse des Gangs**

Nach Suppé und Bongartz erfolgt die Ganganalyse in der FK nach einem bestimmten Schema:

- Die Idealmotorik ist definiert durch die hypothetische Norm
- Der Therapeut muss sich vor der Ganganalyse im Klaren sein, was er beobachten möchte (man sieht nur das, was man kennt)
- Die erste Analyse motorischer Fertigkeiten erfolgt durch das Auge. Eine präzisere Beobachtung wird durch die Videoaufnahme ermöglicht, da diese wiederholt und in Zeitlupe abgespielt werden kann. Die Bewegung kann zergliedert und unter verschiedenen Gesichtspunkten untersucht werden. Damit kann die gesamte Bewegung in ihrer Komplexität betrachtet werden.
- Der Therapeut vergleicht Ist- und Sollwert (Suppé und Bongartz, 2013, S. 4)

Kirsten Götz- Neumann empfiehlt zudem:

- Eine standardisierte spezifische Ausbildung und das Training der Beobachtungsfähigkeit des Therapeuten;
- Die exakte Kenntnis der Mechanik des normalen Gehens und deren möglichen Veränderungen;
- Beherrschung der standardisierten international gebräuchlichen Terminologie
- Kenntnisse über die geeignete Vorgehensweise bei der Beobachtung, Datenerhebung und deren Auswertung (Götz-Neumann, 2011, S. 93).



## **2.4 Die instrumentierte (computergestützte) Ganganalyse**

Die computergestützte Ganganalyse kann neben einer konventionellen Videoaufzeichnung aus der Aufnahme von kinematischen und kinetischen Daten bestehen. Zusätzlich werden Daten aus der Elektromyographie und der Messung des Energieverbrauchs gewonnen, worauf hier nicht weiter eingegangen wird.

### **2.4.1 Die kinematische Analyse**

Definition: „Kinematik ist die quantitative Beschreibung von Gelenkwinkeln oder von Bewegungen von Körpersegmenten“ (Nicolakis und Kopf, 2005, S. 82). Kinematische Systeme werden in der Ganganalyse benutzt, um die Position und die Ausrichtung von Körpersegmenten, die Gelenkwinkel und die dazugehörigen linearen und angulären Geschwindigkeiten und Beschleunigungen aufzunehmen.

Für die kinematische Ganganalyse benötigt man Marker, die an bestimmten anatomischen Körperpunkten, die als Referenz dienen, befestigt werden. Diese können aktiv oder passiv sein. Die passiven Marker sind mit einer reflektierenden Folie überzogen und werden von einer Lichtquelle angestrahlt. Das reflektierte Licht wird dann von Kameras aufgenommen. Aktive Marker leuchten selbst (z. B. Leuchtdioden).

Kinematische Analysen werden heute meist in 3D durchgeführt. Das erlaubt die genaue Berechnung der Gelenkwinkel in einem Gangzyklus. Diese Daten können sowohl mit einem Normalkollektiv als auch vor oder nach einer Behandlung miteinander verglichen werden (Nicolakis und Kopf, 2005).

### **2.4.2 Die kinetische Analyse**

Definition: „Kinetik ist die quantitative Beschreibung der Kräfte, die auf ein Gelenk oder einen Körperteil wirken, das heißt jener Faktoren, die eine Bewegung verursachen oder kontrollieren.“ (Nicolakis und Kopf, 2005, S. 83) Die gebräuchlichste Methode dabei ist die Messung von Bodenreaktionskräften mit Hilfe von Kraftmessplatten. Die am häufigsten verwendeten Systeme sind Dehnmessstreifen und Quarzsensoren. Aus der Bodenreaktionskraft können die Gelenkdrehmomente und Gelenkleistungen rückberechnet werden. Dies geschieht durch die Kombination der kinematischen und anthropometrischen Daten.

*Tabelle 1: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von verschiedenen Ganganalyseverfahren (Nicolakis und Kopf, 2005, S. 86)*

|  | <b>Vorteile</b>   | <b>Nachteile</b>   |
|--|---|--|
| <b>Beobachtende Ganganalyse</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- kein Materialaufwand</li> <li>- geringer Zeitaufwand</li> <li>- kostengünstig</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- untersucherabhängig</li> <li>- keine Datenabspeicherung</li> <li>- keine Quantifizierung</li> </ul>               |
| <b>Video- basierte Ganganalyse</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiederholfunktion</li> <li>- Zeitlupe (Slow- Motion)</li> <li>- simultane Betrachtung mehrerer Gelenke</li> <li>- kostengünstig</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- untersucherabhängig</li> <li>- sichere Aussagekraft nur in der Sagittalebene (Perspektive, Verzerrung)</li> </ul> |
| <b>Computergestützte Bewegungsanalysesysteme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantifizierung möglich</li> <li>- Messgenauigkeit</li> <li>- Objektivität</li> <li>- Beurteilung von Kräften*</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeitaufwand</li> <li>- Geräteaufwand</li> <li>- Personalaufwand</li> <li>- kostenintensiv</li> </ul>              |

\*Zudem ist eine indirekte Beurteilung von Kräften möglich durch die Berechnung von Momenten, die in einem Modell zur Anwendung kommen: dem sogenannten 'Modelling'.

## 2.5 Die Gütekriterien

Die klassischen Gütekriterien (Hauptgütekriterien) der empirischen Forschung sind Objektivität, Reliabilität und Validität.

### 2.5.1 Objektivität

Die Objektivität sagt aus, ob die Ergebnisse unabhängig von Einflüssen der Untersucher oder der Untersuchungssituation bei Durchführung, Auswertung und Interpretation zustande gekommen sind ("Gütekriterien psychodiagnostischer Verfahren," 2013).

### 2.5.2 Validität

Die Validität oder Gültigkeit beschreibt, wie gut ein Instrument das misst, was es vorgibt zu messen (Oesch, 2011, S. 22).

### 2.5.3 Reliabilität

Reliabilität oder Reproduzierbarkeit oder Zuverlässigkeit sind grösstenteils identische Begriffe. Ein Messverfahren ist dann reliabel, wenn wiederholte Messungen unter gleichen Bedingungen zum gleichen Ergebnis führen (Test-Retest). Es wird unterschieden, ob der gleiche Physiotherapeut, die gleiche Physiotherapeutin die Messung wiederholt (Intrarater- oder Intratester- Reliabilität), oder ob eine zweite (oder mehrere) Person die Messung wiederholt (Interrater- oder Intertester-Reliabilität) (Oesch, 2011, S. 21).

## **3 Material und Methoden**

### **3.1 Material**

#### **3.1.1 Videos der Probanden**

Das Universitätskinderspital beider Basel (UKBB) verfügt über ein Ganglabor für die kinematische und kinetische Ganganalyse. Die meisten Untersuchungen finden bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit neurologischen oder orthopädischen Krankheitsbildern prä- und postoperativ statt. Nebst der kinematischen Datenaufzeichnung mit dem Vicon®- System, filmen jeweils auch zwei Digitalkameras die Patienten von einer Seite und von hinten und vorne. Die Aufnahme erfolgt zeitgleich mit beiden Kameras. Die Patienten erhalten den Auftrag, „in ihrem Tempo zu gehen, am Ende der Strecke umzudrehen und dann wieder zurückzugehen“. Sobald genug Datenmaterial vorhanden ist, wird abgebrochen (ca. 10-15x hin- und hergehen). Somit verfügt das UKBB über eine grosse Videosammlung von Patienten mit Gangabweichungen verschiedenster Art.

Anhand einer Excel-Liste wurde für diese Arbeit eine Auswahl von Videosequenzen gewählt. Ausgeschlossen wurden:

- alle neurologischen Diagnosen
- minderjährige Patienten
- Patienten ohne Einwilligung, dass ihr Datenmaterial weiterverwendet werden darf
- Alle Videos vor 2011 (nicht digitalisierte Daten)

Dadurch haben sich 48 Patientenvideos ergeben.

Diese wurden danach alle gesichtet und wiederum gefiltert anhand folgender Ausschlusskriterien:

- Kleidung verdeckt Oberkörper
- zu viele störende Marker für die kinematische Analyse am Körper angebracht (passive Marker, teilweise auch EMG- Ableitungen)
- eine Operationsnarbe ist sichtbar
- dunkler Hauttyp
- extreme Gangabweichungen (ähnlich einer neurologisch bedingten Gangveränderung)

Dadurch haben sich noch 15 Videos als brauchbar ergeben. Fünf davon erwiesen sich als normale Fussgänger ohne sichtbare Gangabweichung.

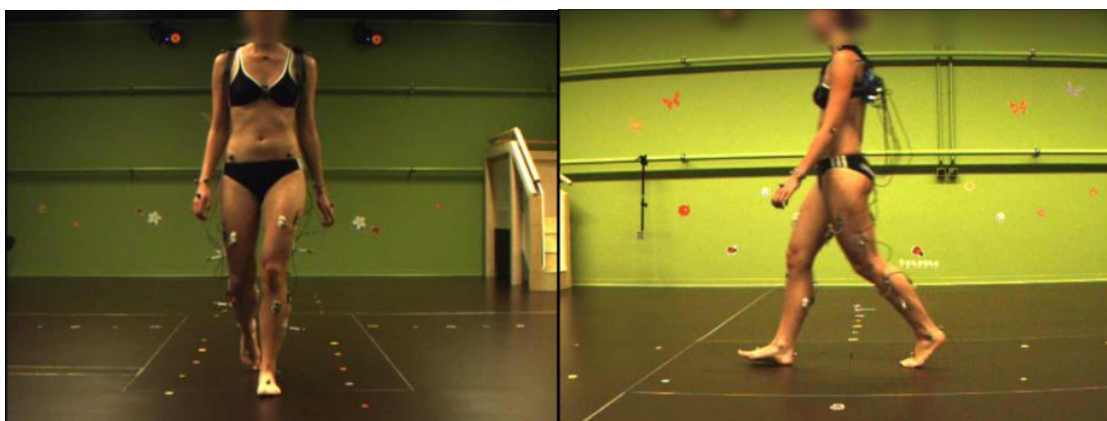
Somit blieben zehn Videos übrig, die folgende Einschlusskriterien erfüllten:

- eine orthopädische Grunddiagnose, die zur Ganganalyse geführt hat
- sichtbare Gangabweichungen (geringer bis mässiger Ausprägung)
- schriftliches Einverständnis zur Weiterverarbeitung der Daten liegt vor
- Alter >16 Jahre

Diese zehn Videos wurden dann von einem Mitarbeiter des Ganglabors verpixelt und anonymisiert, so dass dem Untersucher lediglich das Alter des Patienten, die Diagnose und das Videomaterial selbst vorlagen.

Die Videos wurden dann vom Untersucher noch weiter verarbeitet (Programm: Windows Movie Maker, © 2012 Microsoft) und auch durch eine diplomierte Physiotherapeutin einmal gesichtet, um den Zeitbedarf zu evaluieren, so dass diese eine zusammenhängende Sequenz von ungefähr acht Minuten Dauer ergaben.

Zu Beginn zeigte das Video den Patienten von vorne und hinten hin- und hergehend. Dies dauerte zwei Minuten (die Sequenz von einem Zyklus hin- und hergehen wurde dabei immer wiederholt). Nach einer Pause von einer Minute mit schwarzem Bildschirm folgte eine zweiminütige Sequenz von der Seite. Dabei war der Patient jeweils im Wechsel von links und rechts zu sehen. Nach einer weiteren Minute Pause folgte ein Gangzyklus von vorne/hinten und links/rechts in Slow Motion (Geschwindigkeit 0.25x).



*Abbildung 1: Bildausschnitte einer Patientin, wie sie von vorne und der Seite gesehen wurde.*

Aus diesen zehn bearbeiteten Videos wurden dann die sechs ausgesucht, die nach der Beurteilung des Untersuchers am geeignetsten für die Ganganalyse nach Susanne

Klein-Vogelbach waren. Es sollten alle acht Beobachungskriterien in den Gangabweichungen vertreten sein.

*Tabelle 2: Daten der Patienten auf den Videos*

| <b>Videonummer</b> | <b>Alter des Patienten</b> | <b>Diagnose</b>                                  |
|--------------------|----------------------------|--|
| 1                  | 63                         | Status nach Knie- Totalprothese (TP) rechts      |
| 2                  | 16                         | Idiopathische Skoliose                           |
| 3                  | 17                         | St. n. VKB- Ruptur rechts                        |
| 4                  | 71                         | St. n. Hüft-TP rechts mit Rotationseinschränkung |
| 5                  | 24                         | Patella-Luxation rechts                          |
| 6                  | 16                         | Antetorsion Hüfte beidseits                      |

### **3.1.2 Die Rater**

Das Ziel war, jeweils zehn Rater mit folgenden Kriterien zu rekrutieren:

1. diplomierte Physiotherapeuten mit Berufserfahrung
2. diplomierte Physiotherapeuten mit Berufserfahrung und einer weiterführenden Ausbildung in Functional Kinetics FBL Klein-Vogelbach
3. Physiotherapeuten in Ausbildung mit geringer bis mässiger Praxiserfahrung

Die erste Gruppe fand sich in der Physiotherapieabteilung des Kantonsspitals Baselland, Standort Bruderholz. Die insgesamt 39 Therapeutinnen und Therapeuten wurden per Mail angefragt (Mail siehe Anhang). Darauf meldeten sich 14 freiwillig. An der Untersuchung teilgenommen haben schlussendlich 10 (eine Person war krank, eine hatte an diesem Tag frei, zwei weitere wären bei Bedarf dazugekommen (da der Betrieb der Physiotherapie aber nicht gestört werden durfte, wurde darauf verzichtet).

Die zweite Gruppe fand sich im aktuellen Studiengang zum Master of Advanced Studies in Funktional Kinetic Science MFKSc (2013-2015). Hier hat der Autor persönlich angefragt, ob Interesse bestünde, bei der Studie mitzumachen. Über den Inhalt wurde dabei nur gesagt, dass es sich um eine Ganganalyse-Studie handelt und es keiner Vorbereitung bedarf. Der Autor traf eine Vorauswahl, indem er aus logistischen Gründen in erster Linie die in der Nähe wohnhaften Kommilitonen fragte.

Es sagten zuerst 15 freiwillig zu, wobei auch hier noch fünf Personen im Verlauf bis zum Untersuchungstermin abgesagt haben (private Prioritäten).

Die Gruppe mit den Auszubildenden wurde ebenfalls in der Physiotherapie des Kantonsspitals Bruderholz rekrutiert. Dies ist ein offizieller Praxisbetrieb des Bildungszentrums Gesundheit Basel-Stadt (BZG) in Münchenstein. Die Studenten studieren an der Fachhochschule und absolvieren in den drei Jahren bis zum Bachelor of Science in Physiotherapie auch fünf Praxismodule à 10 Wochen in den Spitälern und Rehakliniken in der Umgebung. Das Bruderholzspital nimmt dabei jeweils sieben Studenten gleichzeitig auf, das heisst, die Untersuchung musste auf zwei Blöcke aufgeteilt werden: ein erstes Rating fand mit sieben, ein zweites Rating mit drei Studierenden statt. Es wurden alle anwesenden Studenten zur Studie aufgenommen (im Zeitraum von Februar bis Juni 2015).

Alle teilnehmenden Rater wurden ausdrücklich darauf hingewiesen, sich nicht auf die Untersuchung vorzubereiten, zum Beispiel indem sie Lektüre über die Ganganalyse von Susanne Klein- Vogelbach lesen würden.

In der untenstehenden Tabelle sind die anthropometrischen Daten zu sehen:

*Tabelle 3: Daten der Rater*

| <b>Gruppe</b>           | <b>Ø Berufserfahrung<br/>(Mittelwert, Streuung)</b> | <b>Weiterbildung in FK</b> | <b>WB in Ganganalyse</b> |
|-------------------------|---|----------------------------|--------------------------|
| Studenten               | In der Ausbildung                                   | -                          | -                        |
| Dipl. Physiotherapeuten | 12,5 Jahre, +/- 5.8                                 | 1x                         | 3x                       |
| Masterabsolventen       | 11,5 Jahre, +/- 6.8                                 | 5x (zusätzlich zum<br>MAS) | 4x                       |

### 3.1.3 Die Raumsituation

Alle Analysen fanden in der Aula des Kantonsspitals Bruderholz statt. Dieser Raum war aus folgenden Gründen ideal:

- Sicht auf Leinwand und auf Untersucher bei der Instruktion für alle frei und in etwa gleicher Perspektive
- Lichtverhältnisse immer gleich, da Fenster verdunkelbar und Licht dimmbar
- keine Störung durch Nebengeräusche
- Beamer fix installiert



Abbildung 2: Gruppe beim Rating in der Aula

### 3.1.4 Der Ganganalysebogen

Der Assessmentbogen im Buch „Gehen“ (Suppé und Bongartz, 2013, S. 111) diente zu Beginn als Raster für den eigenen Bogen (siehe Anhang). Allerdings stellte sich schnell heraus, dass dieser für die Studie zu ausführlich und kompliziert sein würde. Daher wurde ein völlig neuer, eigener Bogen kreiert. Entscheidende Punkte bei der mehrmaligen Überprüfung des Bogens waren die Einfachheit, Überblickbarkeit, Struktur und Reproduzierbarkeit.

So ist ein Bogen entstanden (in tabellarischer Form vom Untersucher in Microsoft® Word 2013 erstellt), der auf der Vorderseite die Analyse von vorne und hinten zulässt und auf der Rückseite diejenige von der Seite. Es waren also immer nur die Kriterien zu prüfen, die auch sichtbar waren (angelehnt an Suppé und Bongartz, 2013, S. 114): Im ersten Teil (von vorne und hinten) die Kriterien II, III, V, VI, VII und VIII und im zweiten Teil (von der Seite) die Kriterien I, IV, V, VII und VIII. Die Kriterien VI und VII wurden aufgeteilt in Standbein/Spielbein und rechtes Bein/linkes Bein. Dadurch hatten die Rater pro Video 16 Kreuze zu setzen.

Da gewisse Kriterien von vorne/hinten und von der Seite beurteilt werden mussten, wurden diese in der Auswertung zusammen genommen. Dabei erhielt die „Abweichung“ einen höheren Stellenwert als die „Norm“. Wenn also auf der Vorderseite des Bogens bei der Beurteilung von vorne/hinten das Kreuz bei „Norm“ gesetzt wurde, auf der Hinterseite des Bogens (Beurteilung von der Seite) aber bei „abweichend“, so wurde das Kriterium als „abweichend“ taxiert.

Ein Beispiel illustriert diesen Sachverhalt: Das Kriterium V (Erhaltung der vertikal stehenden Körperlängsachse) wird von vorne/hinten und der Seite beurteilt. Ist das Becken aufgrund einer verminderten Extensionsfähigkeit in der Hüfte nach ventral gekippt (Flexion in der Hüfte vom proximalen Hebel, sichtbar von der Seite), die anderen Körperabschnitte aber eingeordnet (also Kopf und Brustkorb), gilt dies als insgesamt abweichend.

Durch diese doppelten Kreuze waren bei der Auswertung schliesslich 12 Punkte ausschlaggebend. Nach der Berechnung der Übereinstimmung wurden auch noch die Kriterien VI und VII zusammengefasst, so dass am Ende noch die von Susanne Klein-Vogelbach *acht* definierten Kriterien zur Darstellung kommen (siehe Abschnitt Resultate).

Die Rater mussten in erster Linie für alle acht Beobachtungskriterien entscheiden, ob das Gangbild des Patienten in der „Norm“ liegt oder „abweichend“ ist. Zusätzlich konnte unter „Bemerkungen“ die Abweichung präzisiert werden. Es gab auch die Möglichkeit, etwas als „unklar“ zu definieren, wobei dies zwingend präzisiert werden musste (unter Bemerkungen).

Auf der Rückseite des Bogens musste am Ende der Beurteilung folgende Frage beantwortet werden: „was würden Sie als nächstes untersuchen“. Die Rater sollten sich also entscheiden, wie sie aufgrund des gerade gesehenen und beurteilten Gangbildes in ihrem physiotherapeutischen Befund weiterfahren würden.



Die Rater erhielten vor der Beurteilung sechs solche Bögen (für sechs Videos) und einen Fragebogen über die Berufserfahrung und die besuchten Weiterbildungen. Alle Daten wurden anonymisiert aufgenommen.

## **3.2 Methode**

### **3.2.1 Der Zeitrahmen**

Die systematische Analyse der Videos und die vorgängige Instruktion haben bei einem Prätest 1 Stunde und 45 Minuten beansprucht. Also wurde mit 2 Stunden gerechnet. Die Untersuchung mit den Masterabsolventen fand abends nach einem Kurstag statt, von 18 bis 20 Uhr. Da einige der Teilnehmer von weit herreisen mussten, war dies die einzige Möglichkeit.

Die diplomierten Physiotherapeuten des Bruderholzspitals haben an einem Arbeitstag über die Mittagszeit von 12 bis 14 Uhr teilgenommen. Dabei hatten sie wie auch die Masterabsolventen die Gelegenheit, während der Instruktion einen kleinen Snack zu sich zu nehmen.

Die Analyse mit den Physiotherapeuten in Ausbildung fand während der Arbeitszeit morgens von 9 bis 11 Uhr statt. Dies wurde von der Abteilungsleitung als Fortbildung für die Studenten taxiert und durfte daher während der Arbeitszeit stattfinden.

### **3.2.2 Der Ablauf der Untersuchung**

Zunächst mussten die Rater eine Einverständniserklärung unterschreiben (siehe Anhang). Damit waren die Rahmenbedingungen und die wesentlichen Punkte des Ablaufs geklärt. Danach folgte die Instruktion der acht Beobachtungskriterien durch den Autor selbst. Dabei durften die Rater bei Unklarheiten Fragen stellen (beim Rating selbst wurden keine Fragen mehr beantwortet, die mit den Kriterien in Zusammenhang stehen).

Dann wurde ein Testvideo gezeigt, an dessen Beispiel die Rater sehen konnten, wie die Patienten gehen. Gleichzeitig wurde ihnen das Ausfüllen des Assessmentbogens erklärt und die zur Verfügung stehende Zeit pro Abschnitt aufgezeigt.

Danach wurde mit dem ersten Video gestartet und die Analyse durchgeführt. Nach dem ersten Video wurden nochmals Fragen zum generellen Ablauf (nicht aber zur Ganganalyse selbst) beantwortet. Zwischen den einzelnen Videos wurde eine Pause von maximal 3 Minuten gewährt, damit nach der Slow Motion gegebenenfalls korrigiert oder noch fertig ausgefüllt werden konnte.

Die Abspielreihenfolge der Videos war bei den drei Gruppen unterschiedlich (randomisiert). Damit kann ausgeschlossen werden, dass es bei einem Video nur aufgrund eines möglichen Lerneffektes eine bessere oder aufgrund von Konzentrationsschwäche eine schlechtere Übereinstimmung gab.

Vor Beginn der Slow Motion wies der Autor jeweils darauf hin, dass nun der rote Kugelschreiber zum Ausfüllen genommen werden muss. Mit dieser anderen Farbe konnten bei der Auswertung Rückschlüsse gezogen werden, was aufgrund der Slow Motion noch geändert wurde (siehe Resultate).

### 3.2.3 Die Instruktion

Die Instruktion erfolgte standardisiert in immer gleicher Weise, mit Ausnahme der Sprache: bei den Masterabsolventen wurde in hochdeutscher Sprache instruiert, bei den anderen Gruppen in schweizerdeutsch. Zur möglichen Reproduzierbarkeit wurde die Instruktion bei den Masterabsolventen per Video aufgezeichnet und es existierte eine Checkliste (siehe Anhang).

Als Einführung zur Ganganalyse nach Susanne Klein- Vogelbach wurde, illustriert mit vier Powerpoint- Folien, folgender Text vorgelesen:

Susanne Vogelbach wurde am 06. Oktober **1909** in Basel geboren. Trotz großem Interesse an Medizin entschied sie sich nach dem Abitur für das Theater und absolvierte die Schauspielschule in München. Nach kurzer Bühnentätigkeit in der Schweiz und in Deutschland entschied sie sich für eine Ausbildung zur Lehrerin für rhythmische Gymnastik am Konservatorium in Basel. Dies bildete die Grundlage für ihre spätere Arbeit als Physiotherapeutin.

**1955** wurde ihr der Aufbau einer neu zu gründenden Schule für Physiotherapie am Universitätsspital Basel übertragen. Parallel zu dieser Tätigkeit entwickelte sie in der eigenen Praxis die Grundlagen der Funktionellen Bewegungslehre. Ihre stete Neugier für das Bewegungsverhalten des Menschen prägte ihre Arbeit.

Sie vertrat die Ansicht, dass gesunde natürliche Bewegung als schön empfunden wird und dass alle Menschen die Fähigkeit in sich tragen, bei ihren „Artgenossen“ normale Bewegungsabläufe von gestörtem Bewegungsverhalten zu unterscheiden.

Zusammen mit Schülerinnen untersucht sie den Einfluss der *Konstitution* auf das Bewegungsverhalten und versuchte herauszufinden, „was ist normale Bewegung?“

Für ihre Analysen orientierte sich Susanne Klein-Vogelbach am Bewegungsverhalten des Gesunden. Dies beschrieb sie detailliert und formulierte *die* hypothetische Norm.

Es gelang ihr, beobachtbare Merkmale zu definieren, die dem Therapeuten eine quantifizierbare Beurteilung der Abweichungen ermöglichen.

Die von Susanne Klein-Vogelbach formulierten acht Beobachtungskriterien der Ganganalyse ermöglichen es, ohne weitere Hilfsmittel ausschliesslich durch Betrachten das Gehverhalten zu analysieren und zu beurteilen (Suppé, 2014).

Die Instruktion der acht Beobachtungskriterien erfolgte in der Reihenfolge von I-VIII, wie sie Susanne Klein-Vogelbach (SKV) in ihrem Buch zur Gangschulung definiert hat (Klein-Vogelbach, 1995). Jedes Kriterium wurde vom Autor und seinem Referenten in mehreren Durchgängen so bearbeitet, dass die Verständlichkeit in kurzer Zeit möglich wurde. Die Grundlagen dazu wurden den Büchern über die Gangschule von SKV und Suppé/Bongartz entnommen (Klein-Vogelbach, 1995; Suppé und Bongartz, 2013).

So entstand ein zweiseitiges Dokument mit den Beobachtungskriterien, der Norm und den Abweichungen. Dieses Dokument stand allen Ratern während der Untersuchung zur Verfügung und konnte bei der Instruktion mit eigenen Notizen ergänzt sowie wichtige Stellen mit Leuchtstift markiert werden (Original- Dokument siehe Anhang).

Die Kriterien wurden während der Instruktion folgendermassen an die Leinwand projiziert:

- I. Vorwärtstransport der Körperabschnitte Brustkorb und Kopf bei horizontaler Rechtwinkelstellung ihrer frontotransversalen Achsen zur Fortbewegungsrichtung
  - II. Gangtempo
  - III. Spurbreite
  - IV. Schrittlänge
  - V. Erhaltung der virtuellen Körperlängsachse und ihre vertikale Ausrichtung
  - VI. Erhaltung der virtuellen Bein- und Fussachsen und die räumliche Einstellung der funktionellen Fusslängsachsen in die Fortbewegungsrichtung
  - VII. Gehbewegungen der Körperabschnitte Becken und Beine
  - VIII. Gangtypische Bewegungen des Körperabschnitts Arme als Reactio auf die Gehbewegungen der Körperabschnitte Becken und Beine
- (Klein-Vogelbach, 1995)

In der Folge sind die Kriterien beschrieben, wie sie den Ratern in Papierform vorlagen. Die rotmarkierten Stellen sind zusätzliche Informationen, die während der Instruktion durch den Autor gegeben wurden, jedoch den Ratern nicht in gedruckter Form vorlagen (Originalbogen der Rater im Anhang).

\* Kriterien 1-8 römisch, \*\* wird von der Seite beurteilt, \*\*\* wird von vorne/hinten beurteilt

**I\* (Seite\*\*) Vorwärtstransport der Körperabschnitte Brustkorb und Kopf:**

- die Körperabschnitte Brustkorb und Kopf werden gemeinsam als Primärbewegung vorwärts transportiert, **definieren der 5 Körperabschnitte**
- *Die Zielsehnsucht (ein Mensch startet zum Gehen mit einem Bewegungsziel und dieses gilt es zu erreichen) leitet die Actio des Gehens im Sinne der Vorverlagerung des BK ein. Die Bewegungen der Beine erfolgen als Reactio auf die Gewichtsverlagerung. Es ist eine Gleichgewichtsreaktion auf die Veränderung der Unterstützungsfläche.*
- dies generiert den Gehautomatismus und wird durch den Drive aufrechterhalten (Zielsehnsucht, permanentes Überwiegen der vorderen Gewichte, Gleichgewichtsreaktion im Sinne der Veränderung der Unterstützungsfläche, kontinuierliche Bewegung)
  - Abweichung (ABW): aktive Schritte (anstatt reaktiv)

**II (v/h\*\*\*) Gangtempo/ Kadenz:**

- 108-120 Schritte pro Minute
- *Nur dann erfolgen die Schritte reaktiv. Gehen wir langsamer, so schreiten wir. Der „Drive“ geht verloren, es ist mehr Gleichgewichtsarbeit nötig.*
  - Abweichung (ABW): verringerte Kadenz, jeder Schritt muss neu angesetzt werden
  - ABW: gesteigerte Kadenz, Gang hyperaktiv, unökonomisch
  - *Lied von Beatles abspielen: Yellow submarine*

**III (v/h) Spurbreite:**

- So gross, dass das überholende Spielbein sich ohne Behinderung am Standbein vorbei bewegen kann (*beobachtbar von hinten, mediale Ferse des Spielbeins tangiert beinahe den medialen Malleolus des Standbeins*)
  - ABW: Breitspur: Längsachse des Standbeins nach innen geneigt (*Seemannsgang, nebst vorwärts gerichteter Bewegung auch eine zur Seite. Die geradlinige Vorwärtsbewegung des KSP ist damit verhindert und der Gang wird unökonomisch in Bezug auf die Zielerreichung, siehe Kriterium 1 und 5*)
  - ABW: Nullspur: labile Gleichgewichtslage (Laufsteg), *gehen auf einem Strich*
  - ABW: Minusspur: Kreuzgang

#### IV (Seite) **Schrittlänge:**

- Individuell im Gegensatz zu Tempo und Spurbreite (Beinlänge, Fusslänge, HG- Abstand...)
- die Schritte sind gleich gross. *Beobachtbar von der Seite, Kontaktstelle der Grosszeh des hinteren Beines kurz vor dem Ablösen und die Kontaktstelle der Ferse des vorderen Beines kurz nach dem Aufsetzen*
  - ABW: ein Fuss setzt nur knapp vor dem anderen auf, dadurch geringerer Weggewinn
  - ABW: Nachstellschritt, dadurch null Weggewinn mit diesem Bein

#### V (Seite) **Erhaltung der vertikal stehenden virtuellen Körperlängsachse**

- *Körperlängsachse (Schnittlinie zwischen Symmetrieebene und mittlerer Frontalebene, geht durch den Körpermittelpunkt.*
- *Virtuell: existiert in der Vorstellung (nicht real wie Oberschenkel längsachse, ist unveränderbar), muss durch Einordnung der KA Kopf, Brustkorb und Becken realisiert werden)*
- KA Becken, Brust und Kopf sind übereinander eingeordnet und die gemeinsame Achse steht vertikal
  - ABW: Vorneigung/ Rückneigung der KLA
  - Isolierte Vor- oder Rückneigung des KA Beckens (zum Beispiel durch Extensionsdefizit in den Hüftgelenken)

#### V (v/h) **Erhaltung der vertikal stehenden Körperlängsachse:**

- die KA Becken, Brustkorb und Kopf bleiben übereinander eingeordnet und die gemeinsame Achse steht vertikal
- der frontotransversale Brustkorbdurchmesser (FTBDM) bleibt horizontal (keine Latflex des Brustkorbs) und rechtwinklig zur Fortbewegungsrichtung (keine Rot)
  - ABW: Lateralflexion: Duchenne
  - ABW: Rotation
  - ABW: Translation nach rechts/links zwischen Brustkorb und Becken und zwischen Brustkorb und Kopf

## VI (v/h) **Beuge- und Streckachsen des Standbeines:**

- Abrollen über die funktionelle Fusslängsachse (fFLA, vom lateralen Calcaneus zum Grosszehrundgelenk), **Bild\* erklären**

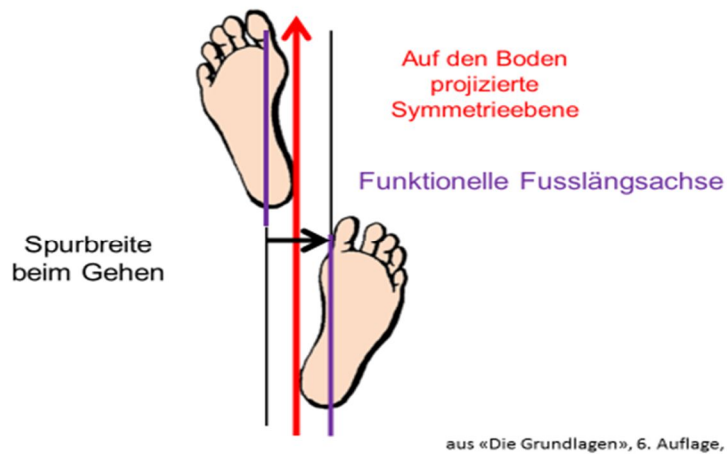


Abbildung 3: Illustration zu Kriterium VII (wurde mit Powerpoint® projiziert)

- ABW: +Divergenz der funkt. Fusslängsachse, Zerstörung Fusslängsachse
- ABW: -Divergenz der fFLA
- die Beuge- und Streckachsen von Hüft- und Kniegelenk verlaufen parallel und rechtwinklig zur fFLA, die in die Fortbewegungsrichtung zeigt, **zeigen mit Kugelschreiber als Achsen an mir**
- Bleiben die F/E- Achsen des Kniegelenks frontotransversal? **als Beispiel zeigen**
  - ABW: Medialrotation des Femurs, die Querachse durch die Femurkondylen dreht sich nach medial und steht damit nicht mehr rechtwinklig zur Fortbewegungsrichtung

## VII (Seite) **Gehbewegungen der KA Becken und Bein:**

Standbein: **Schritt für Schritt an mir zeigen**

- Initial Contact: das OSG ist in Nullstellung
  - ABW: Fussheberschwäche mit vermehrter Plantarflexion
- Loading Response: die Flexion im Kniegelenk nimmt allmählich zu, der Trochanterpunkt (**hier erklären**) bewegt sich gleichmässig nach vorn
  - ABW: Trochanterpunkt bewegt nach hinten und Knie ist gestreckt
- Mid Stance: der Trochanterpunkt überholt das KG. Die Ferse löst sich vom Boden, sobald der Spielbeinfuss genau neben dem Standbeinfuss ist
  - ABW: Ferse löst sich zu spät
- Preswing: die Flexion im Kniegelenk nimmt zu

- ABW: zu geringe Knieflexion

Spielbein:

- die Verkürzung des Spielbeins erfolgt zwischen Preswing und Mid swing durch sukzessive Flexion in Hüft-, Knie- und OSG
  - ABW: Zirkumduktion
- Terminal swing: das KG bleibt am Ende der Spielbeinphase in leichter Flexion
  - ABW: zu viel oder zu wenig Flexion

#### **VII (v/h) Gehbewegung der Körperabschnitte Becken und Bein:**

- Norm: das Becken sinkt leicht auf der Spielbeinseite ab
  - ABW: zu starkes Absinken (Trendelenburg)

#### **VIII (Seite) Armbewegungen:**

- *Die Armbewegungen erfolgen als Reaktion auf die Becken- Bein-Bewegungen.*
- der Ausschlag nach vorn und hinten ist annähernd gleich gross
- UA und OA schwingen gleichzeitig und gleich schnell
- der Schultergürtel wird von der WB erfasst, *als Zeichen der ausreichenden Bewegung der Oberarme (nicht nur UA pendeln)*

#### **VIII (v/h) Armbewegungen:**

- die Armbewegungen finden in der Sagittalebene statt, *eine geringe Konvergenz beim vorschwingenden und eine geringe Divergenz beim rückschwingenden Arm ist normal und entspricht dem Situs der Pfanne des Schultergelenks.*
  - ABW: Pendeln vor/hinter dem Körper

Alle Kriterien wurden einzeln durch den Autor vorgetragen und praktisch vorgezeigt: die hypothetische Norm und alle dazugehörigen möglichen Abweichungen. Dabei trug der Autor jeweils dieselbe Kleidung für alle Gruppen (kurze Hosen, T- Shirt, Füsslinge). Diese Instruktion dauerte jeweils 30-45 Minuten, je nachdem wie viele Fragen zu beantworten waren.

### **3.2.4 Ethikkommission**

Aufgrund der Anonymität der Patientendaten auf den Videos war kein Ethikantrag nötig. Trotzdem wurde die Thesis der Ethikkommission Nordwest- und Zentralschweiz (EKNZ) vorgelegt, die das bestätigt hat (siehe Anhang).

### 3.3 Statistische Auswertung

Die statistischen Berechnungen wurden durch den Autor vorgenommen. Dabei wurde aber die Hilfe von zwei verschiedenen Statistikern (Felix Amsler von Amsler Consulting, Basel und Michael Coslovsky vom Critical Trial Unit CTU vom Universitätsspital Basel) in Anspruch genommen, welche immer wieder wichtigen Input gegeben haben, wie die Auswertung der Daten vorgenommen werden kann.

#### 3.3.1 Berechnung der Kappa- Werte

Nach einer intensiven Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten und Grenzen des Kappa-Tests, ist in Zusammenarbeit mit dem Statistiker Felix Amsler folgender Abschnitt entstanden:

In der vorliegenden Untersuchung wurden 12 bzw. 8 Einzelkriterien von 6 Fällen von insgesamt 30 Beurteilern (je 10 pro Gruppe) eingeschätzt. Für die Übereinstimmung von nominalen Beurteilungen verwendet man Kappa, Cohen's Kappa für zwei Beurteiler und Fleiss' Kappa für mehr als zwei Beurteiler, für die vorliegende Untersuchung also Fleiss' Kappa. Kappa kann den Wert zwischen -1 (komplette Nichtübereinstimmung) und +1 (komplette Übereinstimmung) annehmen. Der Wert von Kappa ist abhängig von der Anzahl der Übereinstimmungen und der Wahrscheinlichkeit dieser Übereinstimmungen – wenn also eine grosse Mehrheit aller Beurteiler in allen Videos dasselbe einschätzen, führt schon eine kleine Zahl von Nicht-Übereinstimmungen zu einem niedrigen Kappa-Wert.

Vergleich der Kappa-Werte zwischen den Gruppen: Da keine Bootstrapping-Methode für Fleiss' Kappa gefunden werden konnte, erfolgten die Gruppenvergleiche mittels der Darstellung der 95%-Konfidenzintervalle. Nicht überlappende Konfidenzintervalle wurden als signifikant interpretiert, was in etwa einem  $p < 0.01$  entspricht. <http://www.psychologicalscience.org/index.php/publications/observer/2010/april-10/understanding-confidence-intervals-cis-and-effect-size-estimation.html>

Für die Berechnung aller Kappa- Werte wurde die Website von Jason King (Jason Eric King, Ph.D. Center for Collaborative and Interactive Technologies Baylor College of Medicine One, Houston, Texas, <http://www.ccitonline.org/jking/homepage>) und dessen Microsoft Excel Templates zu Hilfe genommen.



### **3.3.2 Berechnung des „raw agreement“**

Die prozentuale Übereinstimmung der Rater untereinander, zwischen den Gruppen und innerhalb der acht Beobachtungskriterien wurde mit Excel berechnet. Perfekte Übereinstimmung innerhalb eines Kriteriums bestand, wenn alle 30 Rater entweder „Norm“ (=Ziffer 1) oder „Abweichend“ (=Ziffer 2) angekreuzt haben. Es wurde von jedem einzelnen Kriterium in jeder Gruppe der Mittelwert der 10 Zahlen (=10 Rater) berechnet. Die Abweichung des Mittelwerts von 1 wurde dann mit 100 multipliziert, was die Prozentzahlen ergeben hat. Für Excel wurde eigens eine Formel konstruiert, welche die Berechnung automatisch in Prozent angab. Dabei war wichtig, dass das Programm keinen Unterschied machte, ob mehr als fünf von zehn Ratern eine 1 oder eine 2 angekreuzt haben oder weniger als fünf Rater. So konnte sichergestellt werden, dass die rohe Übereinstimmung berechnet wurde, egal ob mit „Norm“ oder „Abweichend“. Aufgrund dieser Berechnungsart und mehreren Beurteilern (gerade Zahl > 3), kann das raw Agreement einen Wert zwischen 50% und 100% annehmen, 50% Übereinstimmung heisst also keine überzufällige Übereinstimmung. Dies gilt bei gleicher Verteilung der Beurteilungen bzgl. normal und auffällig. Ist die Verteilung ungleich, wird der niedrigste mögliche Wert > 50%. Aus diesen Überlegungen folgt, dass das raw agreement für mehrere Beurteiler und ohne Gold Standard, mit dem verglichen werden kann, kein sehr aufschlussreiches Mass darstellt.

Die Prozentzahlen wurden dann gemittelt für die totale Übereinstimmung aller Kriterien pro Gruppe und in allen Gruppen zusammen. Ebenfalls wurde für jedes Video pro Gruppe und alle Gruppen zusammen der Mittelwert der Übereinstimmung berechnet.

Die Kriterien VI und VII wurden aufgrund von mehreren Antworten (separate Evaluation von Standbein und Spielbein und rechtes Bein/linkes Bein) innerhalb des Kriteriums zusammen berechnet (Durchschnitt aller Antworten), aber auch separat aufgelistet, was dann anstatt 8 Kriterien neu 12 Kriterien ergeben hat.

### **3.3.3 Auswertung der Slow Motion**

Sobald die Rater das Video in Zeitlupe gesehen hatten, mussten sie die Stiftfarbe auf Rot wechseln, damit bei der Auswertung unterschieden werden konnte, was nachkorrigiert oder erst in Zeitlupe gesehen wurde. Somit konnten die roten Kreuze gezählt und auf die einzelnen Kriterien hin sortiert werden. Ebenfalls konnten die Unterschiede in den Gruppen und den Videos differenziert werden.

Der Unterschied zwischen den Gruppen wurde mittels Chi-Square Statistik kontrolliert.

### **3.3.4 Auswertung der Frage: „Was würden Sie als nächstes im Befund untersuchen?“**

Da die Frage offen gestellt wurde, mussten zuerst alle gegebenen Antworten auf Kompatibilität geprüft werden. So konnte auf sechs Antwortmöglichkeiten reduziert werden: Hüfte, Knie, Fuss, Wirbelsäule, Kraft und Beweglichkeit. Dann wurde die Anzahl Antworten pro Bereich, pro Gruppe und pro Video berechnet.

### **3.3.5 Literatursuche**

Die Literatursuche wurde mehrere Male im Verlauf eines Jahres auf PubMed durchgeführt und ergab zuletzt am 29. August mit den Schlüsselbegriffen „visual gait analysis“ 763 Treffer. Mit „observational gait analysis“ 261, mit „observational gait analysis AND reliability“ noch 29 Treffer. Die Suche mit „observational gait analysis AND scale“ ergab 56 Treffer. Ähnliche Treffer ergab die Suche auf Tripdatabase und Google Scholar.

Es wurde dann nach Artikeln gefiltert, in denen ein ähnlicher methodischer Aufbau zu finden war, sowie nach Reviews in denen verschiedene Ganganalyse-Skalen verglichen wurden und nach orthopädischem Patientengut. Der letzte Punkt musste jedoch vernachlässigt werden, da sonst nur eine Studie (Brunnekreef et al., 2005) übrig geblieben wäre.

Insgesamt ergab somit die Datenbanksuche vierzehn Treffer, wovon schlussendlich sieben direkt in die systematische Untersuchung eingeflossen sind. Zwei zusätzliche Arbeiten (Bachelorabschlussarbeiten) mit ähnlicher systematischer Vorgehensweise fanden sich in der Bibliothek des Bildungszentrums für Gesundheit BZG, in 4142 Münchenstein, Schweiz.

## 4 Resultate

### 4.1 Die Interrater-Reliabilität mittels Fleiss-Kappa

Insgesamt ergab die systematische Untersuchung 2144 Beurteilungen. Es gab 16 Missings, das heisst, es wurde aus nicht bekannten Gründen 16-mal nichts ausgefüllt oder „unklar“ angekreuzt. Bei der Berechnung der Kappa-Werte mussten die Missings ergänzt werden, da sonst alle anderen zugehörigen Werte nicht mitgezählt würden. Die Ergänzung erfolgte 16x und wurde dem Wert zugeordnet, der von den Ratern dominant gewählt wurde.

Die Übereinstimmung über alle Gruppen und Kriterien ergibt einen Kappa-Wert von 0.348, was einer ausreichenden (fairen) Beurteilung entspricht (alle Kappa-Beurteilungen nach Landis und Koch, 1977). Die drei Gruppen (Studenten, Physio und Master) unterscheiden sich nicht signifikant untereinander ( $p > 0.05$ ).

*Tabelle 4:* Kappa- Werte der einzelnen Kriterien 1-8 und der drei Gruppen. In Klammern das Konfidenzintervall CI 95%. Bei den Kriterien VI und VII wurden Standbein/Spielbein und rechtes/linkes Bein zusammengefasst.

|                     | I                   | II                  | III                   | IV                    | V                   | VI                  | VII                 | VIII                  | Alle Kriterien      |
|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| <b>Student</b>      | .227<br>(.107-.346) | .298<br>(.179-.417) | .383<br>(.264-.502)   | .421**<br>(.302-.541) | .282<br>(.163-.402) | .263<br>(.179-.347) | .186<br>(.126-.245) | .122<br>(.003-.241)   | .344<br>(.309-.378) |
| <b>Physio</b>       | .296<br>(.176-.415) | .171<br>(.052-.290) | .459<br>(.339-.578)   | .889**<br>(.769-1.00) | .206<br>(.087-.326) | .229<br>(.146-.314) | .246<br>(.186-.306) | .09*<br>(-.030-.208)  | .357<br>(.322-.391) |
| <b>Master</b>       | .351<br>(.232-.417) | .291<br>(.172-.410) | .392<br>(.273-.512)   | .560**<br>(.439-.678) | .171<br>(.052-.291) | .191<br>(.131-.250) | .249<br>(.189-.309) | .107*<br>(-.012-.226) | .365<br>(.330-.399) |
| <b>Alle Gruppen</b> | .282<br>(.244-.321) | .279<br>(.241-.317) | .375**<br>(.337-.413) | .594**<br>(.555-.632) | .299<br>(.192-.268) | .232<br>(.205-.259) | .221<br>(.201-.239) | .133**<br>(.096-.172) | .348<br>(.336-.358) |

\* zeigt die nicht signifikanten Kappa-Werte an ( $p > 0.05$ ). Alle anderen Werte sind  $p < 0.05$ .

\*\*zeigt die signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen und zwischen den Kriterien an.

Über alle Gruppen hat das Kriterium IV (Schrittlänge) die beste Übereinstimmung mit einem Kappa Wert von 0.594, das entspricht einem knapp beachtlichen (substantiellen) Wert (siehe Tabelle 4). Alle anderen bewegen sich zwischen 0.20 und 0.40, also einer ausreichenden Übereinstimmung. Eine Ausnahme bildet das Kriterium VIII (Armpendel), welches mit einem Wert von 0.133 nicht über „etwas“ Übereinstimmung hinauskommt. In dieser Spalte (Vergleich zwischen den drei Gruppen innerhalb des Kriterium VIII) finden sich auch die einzigen nicht signifikanten Werte ( $p > 0.05$ ) in der Gruppe der Physiotherapeuten und Masterabsolventen.

Weiter konnte der Vergleich der Kappa-Werte zwischen den Gruppen folgendermassen berechnet werden (ebenfalls Tabelle 4):

Da keine Bootstrapping-Methode für Fleiss' Kappa gefunden werden konnte, erfolgten die Gruppenvergleiche mittels der Darstellung der 95%-Konfidenzintervalle. Nicht überlappende Konfidenzintervalle wurden als signifikant interpretiert, was in etwa einem  $p < .01$  entspricht. Dies ist lediglich beim Kriterium IV, der Schrittlänge der Fall. Die diplomierten Physiotherapeuten weisen dort einen Wert von 0.88 auf, was einer fast perfekten Übereinstimmung entspricht. Signifikant tiefer liegen die beiden anderen Gruppen mit 0.42 (Studenten) und 0.56 (Masterabsolventen). Diese beiden Gruppen unterscheiden sich statistisch nicht untereinander.

Innerhalb der Kriterien (alle Gruppen zusammen) gibt es folgende Unterschiede: die Kriterien III und IV (Kappa 0.37 und 0.59) haben eine signifikant bessere Übereinstimmung im Vergleich zu allen anderen Kriterien (die Konfidenzintervalle überlappen sich nicht). Das Kriterium VIII (Kappa 0.13) hingegen weist gegenüber allen anderen einen signifikant schlechteren Wert auf (die Konfidenzintervalle überlappen sich nicht).

Bis auf das Kriterium VIII weisen alle eine ausreichende Übereinstimmung auf. Einzig das Kriterium IV kann eine annähernd beachtliche Übereinstimmung aufweisen.

Das folgende Diagramm zeigt nochmals alle Werte dargestellt:

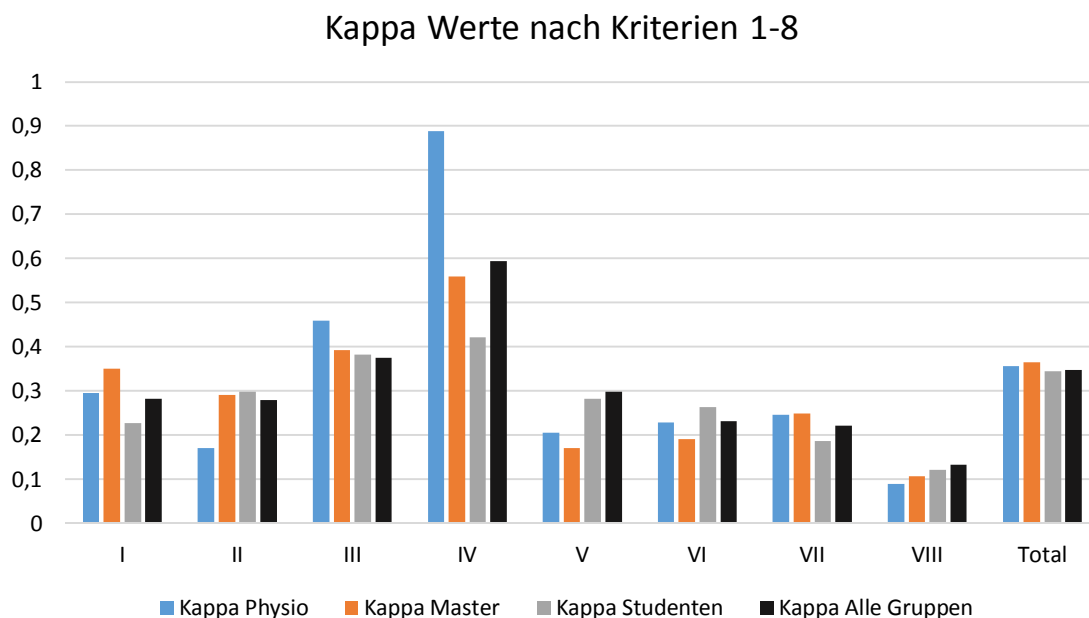


Abbildung 4: Kappa-Werte der drei Gruppen und deren Total innerhalb der acht Beobachtungskriterien

Die Beuge- und Streckachsen und die Gehbewegungen der Beine können für das linke und rechte Stand- und Spielbein separat analysiert werden. Die Auswertung in der Diskussion erfolgt jedoch über die acht (Original-)Beobachtungskriterien (und nicht mit 12 Kriterien, siehe auch Diagramme des „raw agreement“).

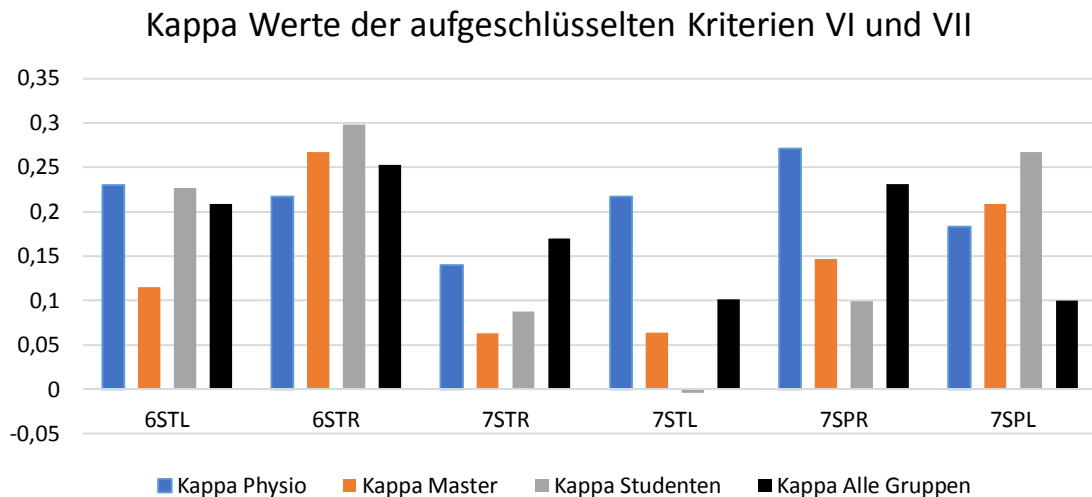


Abbildung 5: Kriterien VI und VII aufgeschlüsselt in Standbeinphase links und rechts (STL, STR) und Spielbeinphase links und rechts (SPL, SPR) in den drei Gruppen.

Geringe Unterschiede weisen die Beurteilungen zwischen den sechs verschiedenen Videos auf (siehe Tabelle 5 unten). Signifikant besser wurde das Video 6 (Diagnose: Antetorsion Hüfte beidseits) beurteilt, mit einem Kappa-Wert von 0.38 ( $p < 0.05$ ).

Tabelle 5: Vergleich der Kappa- Werte der sechs verschiedenen Videos. In Klammern das Konfidenzintervall CI 95%.

| Video | 1                   | 2                   | 3                   | 4                   | 5                   | 6                     |
|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Kappa | .202<br>(.175-.229) | .263<br>(.236-.299) | .204<br>(.176-.231) | .174<br>(.147-.201) | .273<br>(.246-.299) | .386**<br>(.359-.413) |

\*\* zeigt die statistisch signifikanten Unterschiede zu den anderen Videos ( $p < 0.05$ )

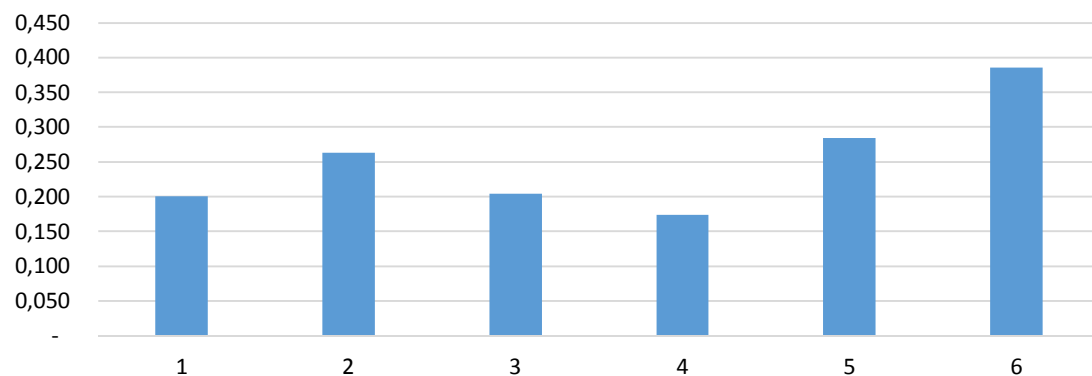


Abbildung 6: Kappa-Werte der sechs Videos

## 4.2 Das „raw agreement“

Bei der Berechnung der prozentualen Übereinstimmung wurden die Missings nicht ergänzt, da die geringe Anzahl auf das Resultat kaum einen Einfluss hat.

Über alle Gruppen gesehen gibt es eine Übereinstimmung von 78.19% (siehe Tabelle 6). Die Unterschiede zwischen den drei Gruppen sind insgesamt gering (Tabelle 7-9). Es gibt einzelne grössere Unterschiede zu beobachten (siehe Abbildung 7). In den Tabellen und dem Diagramm wurden die Kriterien VI und VII nicht zusammengefasst, sondern so aufgelistet, wie auch effektiv zugeordnet wurde (aufgeschlüsselt, siehe auch Kappa- Werte in Abbildung 5): mit Aufgliederung in Standbein/Spielbein und rechtes/linkes Bein. Somit ergeben sich nicht acht, sondern zwölf Kriterien.

Tabelle 6: prozentuale Übereinstimmung nach Kriterien (römische Zahlen) aufgeteilt über **alle Gruppen** und das Gesamttotal (Match). Abkürzungen: Stb (Standbein), Spb (Spielbein).

| I     | II    | III   | IV    | V     | VI1<br>rechtes<br>Bein | VI2<br>linkes<br>Bein | VII1<br>Stb<br>rechts | VII2<br>Stb<br>links | VII3<br>Spb<br>rechts | VII4<br>Spb<br>links | VIII  | Match<br>Total |
|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------|----------------|
| 76,85 | 78,89 | 81,67 | 91,67 | 82,59 | 77,59                  | 70,56                 | 77,47                 | 69,14                | 75,68                 | 71,23                | 84,94 | <b>78,19</b>   |

Tabelle 7: prozentuale Übereinstimmung nach Kriterien (römische Zahlen) der **Studenten**

| I     | II    | III   | IV    | V     | VI1<br>rechtes<br>Bein | VI2<br>linkes<br>Bein | VII1<br>Stb<br>rechts | VII2<br>Stb<br>links | VII3<br>Spb<br>rechts | VII4<br>Spb<br>links | VIII  | Match<br>Total |
|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------|----------------|
| 75,74 | 80,00 | 81,67 | 90,00 | 86,67 | 76,67                  | 71,67                 | 71,67                 | 68,33                | 76,67                 | 73,33                | 81,67 | <b>77,84</b>   |

Tabelle 8: prozentuale Übereinstimmung nach Kriterien (römische Zahlen) der **Physiotherapeuten**.

| I     | II    | III   | IV    | V     | VI1<br>rechtes<br>Bein | VI2<br>linkes<br>Bein | VII1<br>Stb<br>rechts | VII2<br>Stb<br>links | VII3<br>Spb<br>rechts | VII4<br>Spb<br>links | VIII  | Match<br>Total |
|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------|----------------|
| 75,00 | 76,67 | 81,67 | 98,33 | 76,67 | 76,67                  | 71,67                 | 78,33                 | 71,67                | 76,67                 | 73,33                | 80,00 | <b>78,06</b>   |

Tabelle 9: prozentuale Übereinstimmung nach Kriterien (römische Zahlen) der **Masterstudiumabsolventen..**

| I     | II    | III   | IV    | V     | VI1<br>rechtes<br>Bein | VI2<br>linkes<br>Bein | VII1<br>Stb<br>rechts | VII2<br>Stb<br>links | VII3<br>Spb<br>rechts | VII4<br>Spb<br>links | VIII  | Match<br>Total |
|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------|----------------|
| 79,81 | 80,00 | 81,67 | 86,67 | 84,44 | 79,44                  | 68,33                 | 82,41                 | 67,41                | 73,70                 | 67,04                | 93,15 | <b>78,67</b>   |

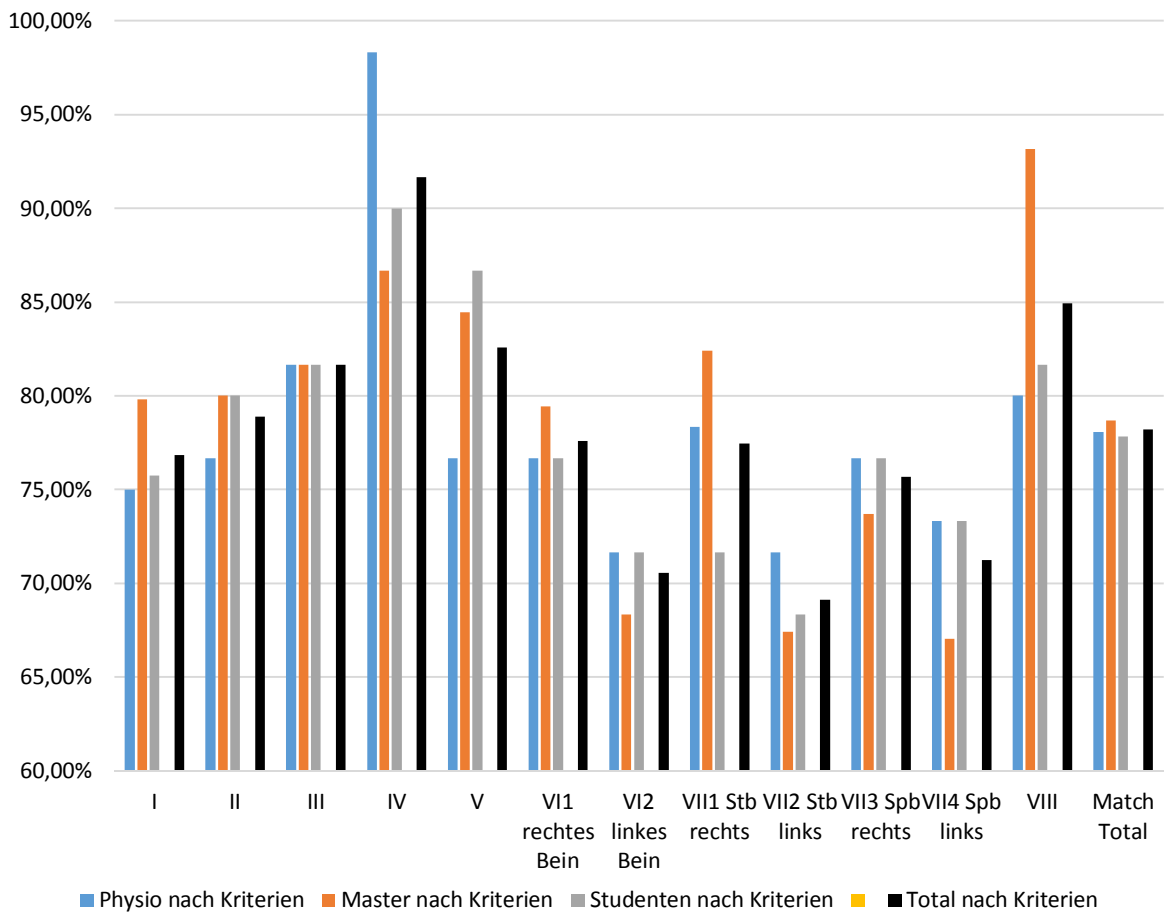


Abbildung 7: Diagramm des „raw agreement“ mit allen Kriterien (1-12) gestapelt für alle Gruppen (Abkürzungen: Stb (Standbein), Spb (Spielbein)).

### 4.3 Ergebnisse aus der Anzahl Beurteilung „Norm“ und „Abweichend“

Tabelle 10: Anzahl Beurteilungen „Norm“ und „Abweichend“ in Prozent, pro Kriterium über alle Gruppen und total.

|                   | I  | II | III | IV | V  | VI1<br>Bein<br>rechts | VI2<br>Bein<br>links | VII1<br>Stb<br>rechts | VII2<br>Stb<br>links | VII3<br>Spb<br>rechts | VII4<br>Spb<br>links | VIII | Total |
|-------------------|----|----|-----|----|----|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------|-------|
| <b>Norm</b>       | 58 | 64 | 42  | 78 | 23 | 34                    | 39                   | 31                    | 50                   | 65                    | 67                   | 16   | 47    |
| <b>Abweichend</b> | 42 | 37 | 59  | 23 | 77 | 66                    | 62                   | 67                    | 50                   | 35                    | 32                   | 84   | 53    |
| <b>Differenz</b>  | 16 | 27 | 17  | 55 | 54 | 32                    | 23                   | 36                    | 0                    | 30                    | 35                   | 68   | 6     |

In obiger Tabelle sind alle prozentualen Werte abgebildet, wie oft ein Kriterium als „Norm“ oder „abweichend“ beurteilt worden ist.

Dabei weist das signifikant schlechter beurteilte Kriterium VIII (Vgl. Kappa-Werte) mit 68% die grösste Differenz zwischen den beiden Grössen „Norm“ und „abweichend“ auf (siehe zweitletzte Spalte in obiger Tabelle). Das heisst, dass obwohl dieses Kriterium bei fast allen Videos und fast von allen Ratern als „abweichend“ interpretiert wurde (84%), eine Systematik in der Zuordnung der Werte nicht zu erkennen war. Der Kappa-Wert berücksichtigt nämlich die Verteilung der Werte (Grouven et al., 2007).

Beim „raw agreement“ wird dies nicht berücksichtigt, wodurch zum Beispiel das Kriterium VIII eine gute Übereinstimmung aufweist (mit 84.94%, siehe Tabelle 6).

Das bedeutet: obwohl die Rater nahezu immer dasselbe angekreuzt haben (84% „abweichend“, nur 16% „Norm“), besteht trotzdem keine gute Interrater-Reliabilität.

Das Video Nummer 6 weist eine signifikant bessere Übereinstimmung als die anderen auf (siehe Tabelle 5, Abbildung 6). Ein Blick auf die Differenz zwischen der Anzahl Beurteilungen in „Norm“ und „abweichend“ zeigt hier den geringsten Wert (14%, siehe Tabelle 11), also eine nahezu ausgeglichene Anzahl. Kappa gibt in einem solchen Fall einen besseren Wert an. Hier ist eine klare Systematik erkennbar.



Tabelle 11: Anzahl Beurteilungen „Norm“ und „Abweichend“ in Prozent, pro Video über alle Gruppen.

|                   | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Norm</b>       | 25        | 65        | 69        | 29        | 37        | 57        |
| <b>Abweichend</b> | 75        | 35        | 31        | 71        | 63        | 43        |
| <b>Differenz</b>  | <b>50</b> | <b>30</b> | <b>38</b> | <b>42</b> | <b>26</b> | <b>14</b> |

#### 4.4 Auswertung und Ergebnisse der „Slow Motion“

Am Ende aller Videosequenzen wurde ein Gangzyklus in Zeitlupe gezeigt. Dabei konnten die Rater/- innen ihre Werte korrigieren oder ergänzen, dies allerdings mit einer anderen Stifffarbe, damit die Auswertung möglich wurde. Die Anzahl Korrekturen pro Gruppe wurde gezählt und verglichen mit der gesamten Anzahl an Beurteilungen. Mittels eines Chi-Quadrat Tests wurden die Unterschiede innerhalb der drei Gruppen ausgewertet. Gesamthaft ist der Anteil der Änderungen zwischen den Gruppen nicht signifikant ( $p > 0.05$ , siehe Tabelle 12 unten), die Einzelvergleiche zwischen den Gruppen sind auch nicht signifikant.

Tabelle 12: Vergleich zwischen den drei Gruppen, wie oft nach der gesehenen Zeitlupe korrigiert oder ergänzt wurde. Die Spalte „%Ja“ zeigt den prozentualen Anteil der Veränderungen nach Zeitlupe an. Statistisch gesehen zeigen die drei Gruppen keinen Unterschied.

|                  | N    | Änderung | keine | % Ja        | Statistik         |
|------------------|------|----------|-------|-------------|-------------------|
| <b>Studenten</b> | 480  | 47       | 433   | <b>9,8%</b> | df 2              |
| <b>Physio</b>    | 480  | 35       | 445   | <b>7,3%</b> | $\chi^2$ 1,9201   |
| <b>Master</b>    | 480  | 41       | 439   | <b>8,5%</b> | <b>p 0,382872</b> |
| <b>N</b>         | 1440 | 123      | 1317  |             |                   |

## 4.5 Auswertung der Frage: „Was würden Sie als nächstes untersuchen?“

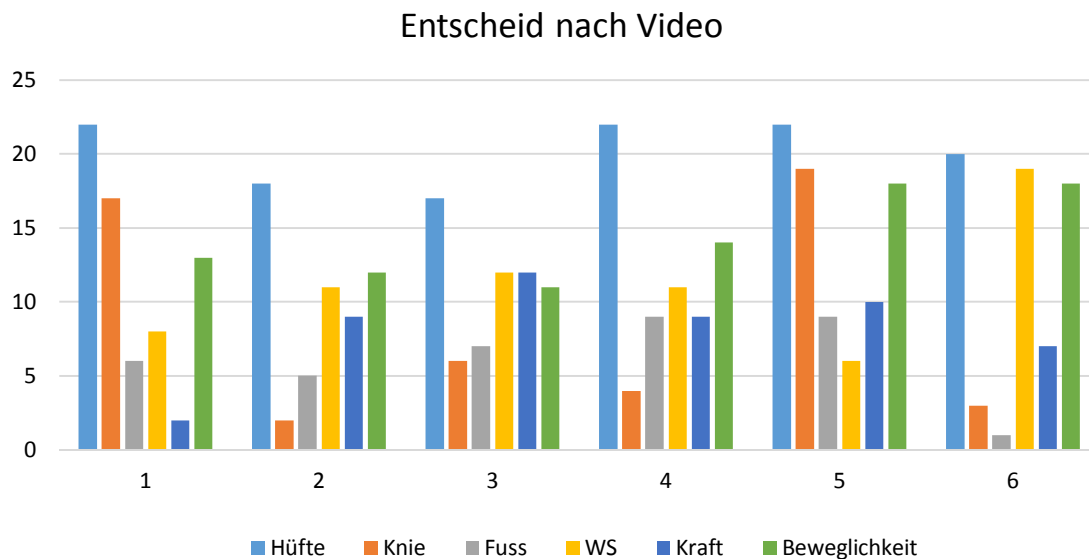


Abbildung 8: Anzahl Entscheide pro Video für die verschiedenen Bereiche Hüfte, Knie, Fuss, Wirbelsäule (WS), Kraft und Beweglichkeit

Es waren 180 Entscheide zu treffen (6 Videos x 30 Rater). In der Auswertung sind es 411 Nennungen. Dies deshalb, weil einerseits das Gelenk genannt wurde, aber auch, ob die Kraft und/oder die Beweglichkeit getestet werden sollte. Im Video 3 sieht man zum Beispiel, dass beide (Kraft und Beweglichkeit) fast gleich oft genannt wurden (12 und 11 Nennungen, siehe auch Tabelle 13 unten). Im Gegensatz dazu das Video 1, wo fast nur die Beweglichkeit genannt wurde (2 zu 13 Nennungen). Die Hüfte wurde sehr oft genannt, in jedem Video in etwa gleich häufig (17 bis 22 Nennungen). Bei Video 1 und 5 sollte das Knie genauer untersucht werden (17 und 19 Nennungen), im Video 6 die Wirbelsäule (19 Nennungen). Der Fuss wurde allgemein wenig genannt (maximal 9 Nennungen). Auf der nächsten Seite sind nochmals alle Nennungen tabellarisch dargestellt.

Tabelle 13: Anzahl Nennungen pro Video und Bereich.

| <b>Total nach Video</b> | <b>Hüfte</b> | <b>Knie</b> | <b>Fuss</b> | <b>Wirbelsäule</b> | <b>Kraft</b> | <b>Beweglichkeit</b> |
|-------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------------|--------------|----------------------|
| <b>1</b>                | 22           | 17          | 6           | 8                  | 2            | 13                   |
| <b>2</b>                | 18           | 2           | 5           | 11                 | 9            | 12                   |
| <b>3</b>                | 17           | 6           | 7           | 12                 | 12           | 11                   |
| <b>4</b>                | 22           | 4           | 9           | 11                 | 9            | 14                   |
| <b>5</b>                | 22           | 19          | 9           | 6                  | 10           | 18                   |
| <b>6</b>                | 20           | 3           | 1           | 19                 | 7            | 18                   |

Tabelle 14: Total Nennungen pro Gruppe und Bereich.

| <b>Total nach Gruppe</b> | <b>Hüfte</b> | <b>Knie</b> | <b>Fuss</b> | <b>WS</b> | <b>Kraft</b> | <b>Beweglichkeit</b> |
|--------------------------|--------------|-------------|-------------|-----------|--------------|----------------------|
| <b>Studenten</b>         | 40           | 14          | 10          | 19        | 24           | 31                   |
| <b>Physio</b>            | 41           | 19          | 13          | 18        | 16           | 24                   |
| <b>Master</b>            | 40           | 18          | 14          | 30        | 9            | 31                   |
| <b>alle Gruppen</b>      | 121          | 51          | 37          | 67        | 49           | 86                   |

## 5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit sollte systematisch untersucht werden, wie die Beurteilungen durch im Ausbildungsstand unterschiedliche Raterinnen und Rater bei der visuellen Ganganalyse nach Susanne Klein-Vogelbach von orthopädischen Patienten bezüglich der Interrater-Reliabilität korrelieren. Dabei ergab sich kein signifikanter Unterschied in den Gesamtwerten innerhalb der drei Gruppen ( $p > 0.05$ , siehe Abschnitt Resultate Tabelle 4).

Mit einem Kappa-Wert von 0.348 (95%CI: 0.336-0.358) über alle Gruppen und Beobachtungskriterien ist dieses Ganganalyseverfahren mit anderen zu vergleichen:

### 5.1 Der Vergleich mit anderen Studien/ Skalen:

Der qualitative Review von Altschuck listet die Interrater-Reliabilität von verschiedenen Ganganalyseskalen auf (Altschuck, 2010, S. 156). Dabei bewegen sich die Werte zwischen  $k=0.26$  und  $k=0.77$  (=Mittelwerte). In den einzelnen Untersuchungen gab es auch Werte ohne Übereinstimmung ( $k < 0$ ) und allgemein grosse Streuungen. Insgesamt bewertet Altschuck die Skalen mit einer moderaten Reliabilität ( $k=0.40-0.60$ ). Die meisten Studien haben mit lediglich zwei Ratern geprüft (maximal 10) und haben das Gangbild von neurologischen Patienten (CP oder Hemiplegie) untersucht. Zudem durfte die Slow Motion zur Hilfe genommen werden, ohne zeitliches Limit und zusätzlich mit der Möglichkeit, diese zu stoppen. Ebenfalls wird die Methodik der eingeschlossenen Studien kritisiert, da wichtige Kriterien wie Patientenbeschreibung, Standardisierung und Verblindung nicht durchgeführt bzw. nicht erwähnt wurden. Zudem musste in einzelnen Fällen nur die Sagittalebene beurteilt werden. Somit sind die Werte nur bedingt mit der vorliegenden Arbeit zu vergleichen. Interessant ist, so Altschuck, dass die weniger erfahrenen Therapeuten nicht unbedingt schlechtere Übereinstimmung erzielten.

Die Untersuchung von Eastlack (Eastlack et al., 1991) hat mit 54 Physiotherapeuten mit unterschiedlicher Berufserfahrung den auf Video aufgezeichneten Gang (inklusive Zeitlupe) von drei Patienten (mit rheumatoider Arthritis) beurteilen lassen. Die Rater erhielten ebenfalls eine Instruktion für das Ausfüllen des Ganganalysebogens. Die Studie weist damit ein ähnlicheres Setting zur vorliegenden Arbeit auf als die Untersuchungen im Review von Altschuck. Sie kommt zur Erkenntnis, dass die visuelle

Ganganalyse nur gering bis mässig reliabel ist. Zudem konnte auch hier kein signifikanter Unterschied innerhalb der 54 Untersucher bezüglich der Berufserfahrung festgestellt werden. Den besten Wert mit einem Generalized Kappa von 0.52 gab es für das Kriterium Genu Valgum. In der vorliegenden Arbeit ist der beste Wert für das Kriterium IV (die Schrittlänge) erzielt worden ( $k=0.59$ ).

Ein ebenfalls ähnliches Setting findet man in der Studie von Brunnekreef (Brunnekreef, van Uden, van Moorsel, & Kooloos, 2005). Er liess zehn Rater den Gang von dreissig orthopädischen Patienten beurteilen und kamen auf eine mässige Interrater-Reliabilität  $ICC=0.42$  (95%CI:0.38-0.46). Die Rater durften die Videos alleine und ohne Zeitlimite betrachten und dabei die Zeitlupe und Stopp-Funktion benutzen. Insgesamt benötigten die Rater pro Session zwei Stunden und die Untersuchung dauerte zwei Tage. Die Rater wurden ebenfalls in verschiedene Gruppen eingeteilt (zwei Physiostudenten, vier erfahrene Physiotherapeuten, zwei Experten und zwei Bewegungswissenschaftler). Dabei erreichten die Experten den besten Wert mit einem ICC von 0.54, was nicht weiter erstaunt in diesem Setting (zwei Experten, keine Zeitlimite).

Die Bachelorarbeit von Schohe und Schwab (Schohe and Schwab, 2013) untersuchte die Interrater-Reliabilität von 30 Ratern, die das Gangbild von zwei CP-Patienten (Erwachsene) beurteilen mussten. Dabei unterschieden sie ebenfalls zwischen erfahrenen und unerfahrenen Therapeuten und kamen zum Schluss, dass es keinen signifikanten Unterschied gibt. Bei der Berechnung der Interrater-Reliabilität verwendeten sie das „raw agreement“ und hatten eine durchschnittliche Übereinstimmung von 62.5%, was ein deutlich geringerer Wert als in der vorliegenden Arbeit ist (78.2 %).

Die Bachelorarbeit von Schaub und Stauffer (Schaub und Stauffer, 2013) widmete sich der Frage nach der Interrater-Reliabilität von ebenfalls verschiedenen erfahrenen Gruppen (fünf Studierende, sieben Experten, 34 Physiotherapeuten) bei der Analyse der Fersenablösung von zwölf gesunden Probanden. Die Berechnung der Interrater-Reliabilität ergab einen Wert von  $k=0.07$ . Die Studierenden hatten dabei den besten Wert ( $k=0.1$ ) und die Experten den schlechtesten ( $k=0.01$ ). Die Autorinnen weisen die sehr schlechten Kappa-Werte unter anderem auf das Patientengut zurück, welches eben nicht aus Patienten, sondern aus gesunden Probanden bestand, die keine oder nur sehr geringe (mit der instrumentierten Messung erkennbare) Abweichungen

aufwiesen. Aus der Methodik geht zudem nicht hervor, ob die Missings mitgezählt wurden oder nicht. Zudem könnte hier folgender Fakt ein Problem gewesen sein: die Tatsache, dass wenn ein Kriterium von allen Ratern gleich beurteilt wird, dies einen schlechten Kappa-Wert ergibt (Grouven et al., 2007). Dazu folgendes Beispiel aus der vorliegenden Arbeit:

In Tabelle 15 sind alle Werte der Physiotherapeuten für das vierte Kriterium (Schrittlänge) zu sehen. Dies ergab einen Kappa-Wert von 0.889, also eine „fast perfekte“ Übereinstimmung.

*Tabelle 15* zeigt die Beurteilung des Kriterium IV durch die Gruppe der Physiotherapeuten über alle Videos. 1=Norm, 2=Abweichend.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

In Tabelle 16 sehen wir die Werte der Masterabsolventen für das achte Kriterium (Armpendel), was einen Wert von 0.107 ergab, also „etwas“ Übereinstimmung.

*Tabelle 16* zeigt die Beurteilung des Kriterium VIII durch die Gruppe der Masterabsolventen über alle Videos. 1=Norm, 2=Abweichend.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Das bedeutet: Wenn alle Rater bei einem Kriterium dasselbe ankreuzen, ergibt es nicht automatisch einen guten Kappa-Wert (Grouven et al., 2007). Entscheidend für gute Werte ist die Variabilität zwischen den einzelnen Patienten (Videos), also dass darunter ein Patient (Video) ist, der andere Werte aufweist als die anderen (siehe Tabelle 15, oberste Zeile).

Somit ist es vorstellbar, dass Schaub und Stauffer mit diesem Problem konfrontiert waren und deswegen schlechte Werte erhalten haben.

Bezogen auf die vorliegende Arbeit relativiert es ebenfalls die tieferen Werte beim Armpendel.

## **5.2 Die Resultate unter dem Aspekt der Methodik kritisch betrachtet**

### **5.2.1 Die Anzahl Rater und Videos**

Es fällt auf, dass bei der Anzahl Rater und Raterinnen innerhalb der Reliabilitätsstudien eine grosse Streuung vorliegt. Von 2 bis 54 ist alles vertreten (Altschuck, 2010; Eastlack et al., 1991). Laut Sim und Wright (Sim und Wright, 2005, S. 266) ist es für die Testpower der Reliabilität nicht zuträglich, mehr als drei Rater zu involvieren. Besser ist es, die Anzahl der Videos (Versuchspersonen, „Subjects“) zu erhöhen. In der vorliegenden Arbeit war jedoch eines der Hauptziele, die verschiedenen Ratergruppen untereinander zu vergleichen, daher sind 3x10 Rater sinnvoll. Studien mit ähnlichen Settings wie bei der vorliegenden Arbeit haben ebenfalls eine hohe Anzahl von Ratern und weniger Videos (Brown et al., 2008; Eastlack et al., 1991). Für Kappa-Werte über 0.40 bei dichotomen Variablen sind mehr als drei Rater allerdings nicht zuträglich (Sim und Wright, 2005). Unter diesem Aspekt sind die Kappa-Werte der vorliegenden Studie mit 0.348 nahe dem 0.40 und unterstützen die Aussage von Sim und Wright.

Zudem wäre eine höhere Anzahl an Videos sinnvoll gewesen, um die Reliabilität dieses Assessments zu bestimmen (Sim und Wright, 2005). Doch für die Raterinnen und Rater waren sechs Videos schon sehr anstrengend und es war eine hohe Konzentration nötig während einer Zeit von fast einer Stunde (sechsmal 8 bis 10 Minuten). Mit mehr Videos hätte das Rating auf zwei Tage ausgeweitet werden müssen, damit die Konzentration nicht gelitten hätte und somit die Fehlerhäufigkeit gestiegen wäre. In der vorliegenden Arbeit sind offensichtlich keine Fehler durch sinkende Konzentrationsfähigkeit entstanden, da die Videos unabhängig von der Reihenfolge innerhalb der Gruppen ähnlich beurteilt wurden. Es gab deshalb auch keinen sogenannten „Lerneffekt“.

Kritisch betrachtet muss bemängelt werden, dass im Vorfeld keine Poweranalyse (Sample-Size Kalkulation) durchgeführt wurde. Die Anzahl Rater und Videos wurde aufgrund von Angaben anderer Studien so gewählt und wie oben bereits erwähnt, auch aus Gründen der Praktikabilität. Zudem wäre eine Sample-Size Kalkulation schwierig gewesen, da man im Vorfeld viele Parameter wissen muss, die meistens aus Pilotstudien stammen. Da noch nie eine Studie über die acht Beobachtungskriterien in dieser Form gemacht wurde, wäre dies schwierig geworden.

### 5.2.2 Missing value

Korrekterweise zählt „unklar“ nicht als „missing value“, da die Rater dies als dritte Möglichkeit zum Ankreuzen wählen konnten. Wenn nun die Anzahl der Missings („unklar“ angekreuzt oder nichts angekreuzt) höher als 16 wäre, hätte dies das Resultat verzerrt.

Es war wichtig, dass die Raterinnen und Rater die Möglichkeit hatten, „unklar“ anzukreuzen, da dies in der Praxis auch vorkommt. In der vorliegenden Arbeit war dieses Merkmal aber so wenig ausgeprägt, dass es zu dem Missings gezählt wurde und nicht als dritte Variable. Eine zusätzliche Dimension senkt die zufällige Übereinstimmung, was schlussendlich zu besseren Kappa-Werten hätte führen können.

### 5.2.3 Einfluss der Beobachterebene

Das Kriterium IV hat eine nahezu „beachtliche“ Übereinstimmung, bei den Physiotherapeuten sogar eine „fast perfekte“. Es musste dabei beurteilt werden, ob die Schritte gleich gross sind. Dies ist von der Seite gut zu sehen und kann jeweils von beiden Seiten beurteilt werden.

Die Spurbreite (Kriterium III, *„So gross, dass das überholende Spielbein sich ohne Behinderung am Standbein vorbei bewegen kann“*) weist ebenfalls eine fast moderate Übereinstimmung auf. Auch hier kann dies von vorne und hinten beurteilt werden. Bei beiden Kriterien kann sich der Rater eine Linie oder eine Distanz vorstellen, die dann entweder passend ist oder nicht (Norm oder abweichend). Dies scheint besser zu gelingen als eine Beurteilung, bei der mehrere Distanzpunkte oder Drehpunkte gleichzeitig betrachtet werden müssen, wie etwa bei den Kriterien VI und VII.

Bei diesen beiden Kriterien mussten die Beinachsen und Gehbewegungen der Beine beurteilt werden. Dies fällt nebst dem oben genannten Grund auch deshalb schwer, weil das Auge sich auf etwas fokussieren muss, das in Bewegung ist. Erschwerend bei dieser Analyse kommt hinzu, dass die Sequenzen der seitlichen Aufnahme sehr kurz gewählt waren. Dies geschah aus technischen Gründen, da die Aufnahmen aus dem Ganglabor keine längeren Filmabschnitte herstellen. Anderenfalls würde es zu Verzerrungen kommen; die Perspektive wäre verfälscht.

### 5.2.4 Videos

Die Videos wurden durch den Autor so geschnitten, dass in den seitlichen Aufnahmen der Patient immer im Wechsel von links und rechts gehend zu sehen war. Somit



musste der Betrachter ständig umdenken oder immer eine Sequenz auslassen und eine Weile nur von rechts kommend betrachten. Hier hätte eine repetitive Aufnahme von einer Seite kommend geholfen.

Der Wechsel ging teilweise auch sehr schnell, daher war hier die Slow Motion eine grössere Hilfe als bei den Aufnahmen in der Sagittalen.

Für die Analyse des Körperabschnittes Kopf sollte dieser gut zu sehen sein. Dies war in einigen Sequenzen nicht gewährleistet, da dieser aus Datenschutzgründen verpixelt wurde. Somit musste in diesen Fällen entweder geschätzt werden (aufgrund des verpixelten Bildes) oder „unklar“ angekreuzt werden. Vielleicht wurde hier das Kreuz teilweise auch gar nicht gemacht- dies würde die Missings erklären...

Für das Kriterium I (...*“die Körperabschnitte Brustkorb und Kopf werden gemeinsam als Primärbewegung vorwärts transportiert“*) sollte der Start des Gehens zu sehen sein. Diese Kritik wurde durch die Gruppe der Masterabsolventen vorgebracht und kann nachvollzogen werden. Mit einem Kappa-Wert von 0.351 war diese Gruppe allerdings besser als die anderen (Physio 0.296, Studenten 0.227, Tabelle 4). Somit scheint dieses Kriterium auch ohne den Start ausreichend übereinstimmend bewertet werden zu können.

### **5.2.5 Slow Motion**

Die Slow Motion wurde pro Patient nur für einen Gangzyklus gezeigt. Daher war der Nutzen für die Analyse weniger gross als bei anderen Untersuchungen, bei denen der Rater sich den Patient so lange in Zeitlupe ansehen durfte wie nötig (Altschuck, 2010; Brunnekreef et al., 2005). Die Rater korrigierten in lediglich 8.5% ihre Entscheidung bzw. ergänzten die fehlende Beurteilung. Die Studenten nutzten diese Möglichkeit allerdings am meisten (9.8%), dies vielleicht aufgrund der geringeren Erfahrung (die anderen Gruppen hatten beide ca. 12 Jahre Berufserfahrung). Interessant wäre es zu wissen, wie die IRR ohne Slow Motion aussehen würde; womöglich gäbe es dann einen signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen. Leider finden sich in den anderen Arbeiten keinerlei Angaben über den Nutzen der Slow Motion (wer wieviel und was korrigiert oder ergänzt hat). Die vorliegende Arbeit nennt immerhin die Prozenträte der Korrekturen.

### **5.2.6 Die Zeit**

Eine Gruppe hat dazu zurückgemeldet, dass das achte Kriterium als letztes zu beurteilen war und die Zeit knapp wurde. Die Gesamtzeitdauer von 8-10 Minuten pro Video (inklusive Ausfüllen des Beurteilungsbogens) war recht knapp bemessen. Die reine Betrachtungszeit der Patienten beim Hin und Hergehen lag dabei bei 2x2 Minuten. Dazu erfolgte lediglich noch ein Gangzyklus in Slow Motion. Der Autor der vorliegenden Studie wollte die Zeit bewusst kurz bemessen, weil dies dem Alltag eines Physiotherapeuten eher entspricht. Bei der Evaluation eines Behandlungserfolges oder im Befund beim Erstkontakt steht dem Therapeuten nur wenig Zeit zur Verfügung. Die kurze Zeitspanne bei der Betrachtung der Videos in dieser Arbeit erschwerte die Analyse der Gangbilder und bekräftigt die übereinstimmenden Aussagen der Therapeuten. Ferrarello und Tyson/Connell benutzen in ihrem Reviews über den klinischen Nutzen von Gangtests auch ein Assessment bezüglich der administrativen Zeit, die für die gesamte Beurteilung benötigt wird. Die maximale Punktzahl vergeben sie, wenn die Analyse weniger als 10 Minuten dauert. Keine Punkte gibt es, wenn mehr als eine Stunde benötigt wird (Ferrarello et al., 2013; Tyson und Connell, 2009).

## **5.3 Der Einfluss der Videoanalyse auf das weitere Vorgehen im Befund**

In der Studie von Brunnekreef (Brunnekreef et al., 2005) mussten die Rater eine Priorität angeben (hoch oder tief) inwieweit das von ihnen beurteilte Kriterium für die physiotherapeutische Behandlung relevant ist. In der vorliegenden Arbeit mussten die Rater beschreiben, wie sie in der Untersuchung weiterfahren würden, also im Befund des Patienten (siehe Resultate Abschnitt 4.5). Somit ist ein direkter Vergleich zwischen diesen beiden Kriterien nicht gegeben. Der Autor sieht hier allerdings Parallelen: Was im Befund als relevant gilt, muss auch in der Behandlung beachtet werden. Bei Brunnekreef geben alle unterschiedlichen Erfahrungsgruppen der Beweglichkeit von Hüfte, Knie und Fuss eine hohe Priorität. Das sieht man auch in dieser Arbeit: Hüfte und Knie wurden von allen Gruppen am meisten genannt. Interessant ist der Vergleich beim Oberkörper: bei Brunnekreef legen lediglich die Experten hohen Wert auf die Behandlung des Rumpfes. Dies bestätigt diese Arbeit ebenfalls: die Wirbelsäule wird von den Masterabsolventen deutlich häufiger genannt als von den beiden anderen Gruppen und ist der einzige Bereich, der einen so klaren Unterschied innerhalb der Gruppen ergibt (Master 30 Nennungen, Physio 18, Studenten 19). Der Autor sieht hier

die Befähigung der Masterabsolventen zur tiefergehenden Analyse des Gehens und zum zusammenhängenden Denken als Grund (was beim Konzept der Functional Kinetics von zentraler Bedeutung ist).

Beim Ausfüllen des Analysebogens hatten alle Rater die Möglichkeit, Bemerkungen und Präzisierungen über die vermutete Abweichung im Gangbild zu notieren. Die Masterabsolventen nahmen sich hierzu am meisten Zeit und analysierten am genauesten. Eine quantitative Auswertung dieser Daten ist leider nicht möglich, da diese eher in ein qualitatives Studiendesign gehören. Im Bogen der vorliegenden Studie gibt es lediglich „Norm“ und „abweichend“, also „ja“ und „nein“. Mit mehr möglichen Beurteilungskriterien wäre hier den Masterabsolventen und der tiefergehenden Analyse gerechter geworden.

Die Beurteilung der Beobachtungskriterien der Ganganalyse nach Klein-Vogelbach stimmt ausreichend (fair) zwischen den verschiedenen Raterinnen und Ratern, vergleichbar mit anderen Ganganalyseverfahren überein. Die Erfahrung der Beobachtenden spielt dabei eine untergeordnete Rolle, entscheidend aber ist eine Eichung der Raterinnen und Rater durch eine sorgfältige Instruktion. Zu erkennen ist die Tendenz, dass das weitere Vorgehen im Befund mit mehr beruflicher Expertise und Erfahrung differenzierter wird.

## 5.4 Schlussfolgerung

In Anbetracht der kurzen Beobachtungs- und Beurteilungszeit von 8-10 Minuten, dies im Vergleich mit anderen Settings, die keine Zeitlimite gesetzt haben, ist eine ausreichende (faire) Interrater-Reliabilität bei der kinematischen Ganganalyse nach Klein-Vogelbach beachtlich.

Diese Form der Ganganalyse empfiehlt sich als Tool für die Praxis.

Thema weiterer Forschung aufbauend auf diese Arbeit könnte die Abklärung sein, inwiefern die Planung des weiteren Befundes positiv durch dieses Tool beeinflusst werden kann; dies in Form eines Feldexperiments in der alltäglichen physiotherapeutischen Tätigkeit in Kliniken und Praxen. Zudem wäre eine Prüfung der weiteren Gütekriterien interessant: wie gut ist die Validität der acht Beobachtungskriterien im Vergleich mit dem Goldstandard, der instrumentierten Ganganalyse?

## 6 Literaturverzeichnis

- Altschuck, N. (2010). Reliabilität und Validität von Ganganalyse-Skalen. *physioscience*, 176(04), 153–160. <http://doi.org/10.1055/s-0029-1245842>
- Brown, C. R., Hillman, S. J., Richardson, A. M., Herman, J. L., & Robb, J. E. (2008). Reliability and validity of the Visual Gait Assessment Scale for children with hemiplegic cerebral palsy when used by experienced and inexperienced observers. *Gait & Posture*, 27(4), 648–652. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.08.008>
- Brunnekreef, J. J., van Uden, C. J. T., van Moorsel, S., & Kooloos, J. G. M. (2005). Reliability of videotaped observational gait analysis in patients with orthopedic impairments. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 6, 17. <http://doi.org/10.1186/1471-2474-6-17>
- Dölken, M., & Hüter-Becker, A. (2009). *Physiotherapie in der Orthopädie: 15 Tabellen* (2. Aufl). Stuttgart: Thieme.
- Eastlack, M. E., Arvidson, J., Snyder-Mackler, L., Danoff, J. V., & McGarvey, C. L. (1991). Interrater reliability of videotaped observational gait-analysis assessments. *Physical Therapy*, 71(6), 465–472.
- Ferrarello, F., Bianchi, V. A. M., Baccini, M., Rubbieri, G., Mossello, E., Cavallini, M. C., ... Di Bari, M. (2013). Tools for observational gait analysis in patients with stroke: a systematic review. *Physical Therapy*, 93(12), 1673–1685. <http://doi.org/10.2522/ptj.20120344>
- Götz-Neumann, K. (2011). *Gehen verstehen: Ganganalyse in der Physiotherapie ; 18 Tabellen*. Stuttgart [u.a.: Thieme.
- Grouven, U., Bender, R., Ziegler, A., & Lange, S. (2007). Der Kappa-Koeffizient. *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 132(S 01), e65–e68. <http://doi.org/10.1055/s-2007-959046>
- Gütekriterien psychodiagnostischer Verfahren. (2013, May 7). In *Wikipedia*. Retrieved from [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=G%C3%BCtekriterien\\_psychodiagnostischer\\_Verfahren&oldid=118275099](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=G%C3%BCtekriterien_psychodiagnostischer_Verfahren&oldid=118275099)
- Klein-Vogelbach, S. (1995). *Gangschulung zur Funktionellen Bewegungslehre* (Vol. 16). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-50985-8>

- Krebs, D. E., Edelstein, J. E., & Fishman, S. (1985). Reliability of observational kinematic gait analysis. *Physical Therapy*, 65(7), 1027–1033.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174.
- Lord, S., Halligan, P., & Wade, D. (1998). Visual gait analysis: the development of a clinical assessment and scale. *Clinical Rehabilitation*, 12(2), 107–119. <http://doi.org/10.1191/026921598666182531>
- Nicolakis, P., & Kopf, A. (2005). Klinische Ganganalyse. In V. Fialka-Moser (Ed.), *Kompendium der Physikalischen Medizin und Rehabilitation* (pp. 79–89). Vienna: Springer-Verlag. Retrieved from [http://link.springer.com/10.1007/3-211-28107-X\\_8](http://link.springer.com/10.1007/3-211-28107-X_8)
- Oesch, P. (Ed.). (2011). *Bewegungsapparat: [mit CD-ROM]* (2., vollst. überarb. und erw. Aufl). Bern: Huber.
- Perry, J. (2003). *Ganganalyse: Norm und Pathologie des Gehens*. München; Jena: Urban und Fischer.
- Rathinam, C., Bateman, A., Peirson, J., & Skinner, J. (2014). Observational gait assessment tools in paediatrics—a systematic review. *Gait & Posture*, 40(2), 279–285. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.04.187>
- Schaub, M., & Stauffer, michelle. (2013). *visuelle Ganganalyse der Heel Off Phase (Reliabilität, Validität und Muskelaktivität des M. triceps surae)*.
- Schohe, J. A., & Schwab, N. S. (2013). *Ganganalyse in der Physiotherapie: Systematische Analyse des Ganges mittels Beobachtungskriterien im Vergleich zur instrumentierten Ganganalyse bei Zerebralparese*. Retrieved from <https://books.google.ch/books?id=L4mXoAEACAAJ>
- Sim, J., & Wright, C. C. (2005). The Kappa Statistic in Reliability Studies: Use, Interpretation, and Sample Size Requirements. Retrieved November 6, 2015, from <http://ptjournal.apta.org/content/85/3/257.full>
- Spirgi-Gantert, I., & Suppé, B. (2012). *FBL Klein-Vogelbach functional kinetics: therapeutische Übungen: [auf DVD: Videos und Übungsblätter]* (6. Aufl). Berlin ;Heidelberg ;New York, NY: Springer Medizin.
- Spirgi-Gantert, I., & Suppé, B. (Eds.). (2014). *FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics Die Grundlagen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-41901-0>

Suppé, B. (2014). *FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics Die Grundlagen Bewegungsanalyse, Untersuchung, Behandlung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:1111-20140703222>

Suppé, B., & Bongartz, M. (2013). *FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics praktisch angewandt Gehen - Analyse und Intervention*. Berlin, Heidelberg: Imprint: Springer.

Tyson, S., & Connell, L. (2009). The psychometric properties and clinical utility of measures of walking and mobility in neurological conditions: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 23(11), 1018–1033. <http://doi.org/10.1177/0269215509339004>

Viehweger, E., Pfund, L. Z., Hélix, M., Rohon, M.-A., Jacquemier, M., Scavarda, D., ... Simeoni, M.-C. (2010). Influence of clinical and gait analysis experience on reliability of observational gait analysis (Edinburgh Gait Score Reliability). *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(9), 535–546. <http://doi.org/10.1016/j.rehab.2010.09.002>

## 7 Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabelle 1:</b> Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von verschiedenen .....                  | 16 |
| <b>Tabelle 2:</b> Daten der Patienten auf den Videos .....  | 20 |
| <b>Tabelle 3:</b> Daten der Rater.....  | 21 |
| <b>Tabelle 4:</b> Kappa- Werte der einzelnen Kriterien 1-8 und der drei Gruppen. ....               | 34 |
| <b>Tabelle 5:</b> Vergleich der Kappa- Werte der sechs verschiedenen Videos .....                   | 36 |
| <b>Tabelle 6:</b> prozentuale Übereinstimmung nach Kriterien (römische Zahlen) Gesamt.....          | 37 |
| <b>Tabelle 7:</b> prozentuale Übereinstimmung nach Kriterien (römische Zahlen) Studenten.....       | 37 |
| <b>Tabelle 8:</b> prozentuale Übereinstimmung nach Kriterien (römische Zahlen) Physio .....         | 37 |
| <b>Tabelle 9:</b> prozentuale Übereinstimmung nach Kriterien (römische Zahlen) Master .....         | 37 |
| <b>Tabelle 10:</b> Anzahl Beurteilungen „Norm“ und „Abweichend“ in Prozent, pro Kriterium .....     | 39 |
| <b>Tabelle 11:</b> Anzahl Beurteilungen „Norm“ und „Abweichend“ in Prozent, pro Video .....         | 40 |
| <b>Tabelle 12:</b> Vergleich zwischen den drei Gruppen, wie oft nach der gesehenen Zeitlupe.....    | 40 |
| <b>Tabelle 13:</b> Anzahl Nennungen pro Video und Bereich.....                                      | 42 |
| <b>Tabelle 14:</b> Total Nennungen pro Gruppe und Bereich.....                                      | 42 |
| <b>Tabelle 15</b> zeigt die Beurteilung des Kriterium IV durch die Gruppe der Physiotherapeuten.... | 45 |
| <b>Tabelle 16</b> zeigt die Beurteilung des Kriterium VIII durch die Gruppe der Masterabsolventen . | 45 |
| <br>  |    |
| <b>Abbildung 1:</b> Bildausschnitte einer Patientin, wie sie von vorne und der Seite gesehen .....  | 19 |
| <b>Abbildung 2:</b> Gruppe beim Rating in der Aula .....  | 22 |
| <b>Abbildung 3:</b> Illustration zu Kriterium VII (wurde mit Powerpoint® projiziert) .....          | 29 |
| <b>Abbildung 4:</b> Kappa-Werte der drei Gruppen und deren Total innerhalb der acht Beob .....      | 35 |
| <b>Abbildung 5:</b> Kriterien VI und VII aufgeschlüsselt in Standbeinphase links und rechts .....   | 36 |
| <b>Abbildung 6:</b> Kappa-Werte der sechs Videos .....  | 36 |
| <b>Abbildung 7:</b> Diagramm mit allen Kriterien (1-12) gestapelt für alle Gruppen .....            | 38 |
| <b>Abbildung 8:</b> Anzahl Entscheide pro Video für die verschiedenen Bereiche Hüfte, Knie, .....   | 41 |



## 8 Abkürzungsverzeichnis

|       |  |
|-------|--|
| ABW   | Abweichung                               |
| BZG   | Bildungszentrum Gesundheit               |
| CP    | Cerebralparese                           |
| EKNZ  | Ethikkommission Nordwestschweiz          |
| EMG   | Elektromyogramm                          |
| FBL   | Funktionelle Bewegungslehre              |
| fFLA  | funktionelle Fusslängsachse              |
| FK    | Functional Kinetics                      |
| FTBDM | Frontotransversaler Brustkorbdurchmesser |
| IC    | Initial Contact                          |
| ICC   | Intraclass Correlation (engl.)           |
| ISw   | Initial Swing                            |
| IRR   | Interrater-Reliabilität                  |
| k     | Kappa                                    |
| KA    | Körperabschnitt                          |
| KG    | Kniegelenk                               |
| LR    | Loading Response                         |
| MFKSc | Master Functional Kinetic Science        |
| MSt   | Mid Stance                               |
| OSG   | Oberes Sprunggelenk                      |
| PSw   | Pre Swing                                |
| SKV   | Susanne Klein-Vogelbach                  |
| Spb   | Spielbein                                |
| Stb   | Standbein                                |
| TP    | Totalprothese                            |
| TSt   | Terminal Stance                          |
| TSw   | Terminal Swing                           |
| UA    | Unterarm                                 |
| UKBB  | Universitätskinderspital Beider Basel    |
| VKB   | Vorderes Kreuzband                       |
| v/h   | vorne/hinten                             |

## 9 Glossar

Glossar der FBL Functional Kinetics (Quelle: Spirgi-Gantert und Suppé, 2014)

**Achsen** Bewegungsachsen werden durch die Schnittlinien von zwei Ebenen gebildet, die ihnen den Namen geben. Man unterscheidet frontosagittale, frontotransversale und sagittotransversale Achsen.

**Actio** Die Actio ist derjenige Teil eines Bewegungsablaufs, der bewusst ausgeführt wird, aber immer auf verschiedene Weise ausgeführt werden kann.

**Aktivitätszustände Muskuläre Aktivitäten** sind abhängig von der Position des Körpers im Raum und vom Kontakt des Körpers mit der Umwelt. Mit Hilfe von bildhaften Begriffen soll dem Therapeuten die Analyse der Muskelarbeit erleichtert werden. Man unterscheidet: Spielfunktion, Stütz- und Abstützaktivität, Parkierfunktion, Hängeaktivität und Brückenaktivität.

**Ausweichmechanismus** Unökonomische, unerwünschte, aus der Bewegungsrichtung abweichende weiterlaufende Bewegungen, Veränderungen der Unterstützungsfläche oder Widerlagerungen von weiterlaufenden Bewegungen nennt man Ausweichbewegungen. Was ihnen fehlt, ist die Ökonomie beim Erreichen des angestrebten Ziels. Da Ausweichbewegungen automatisch erfolgen, sprechen wir von Ausweichmechanismen oder, wenn sie das Gehen betreffen, von Hinkmechanismen.

**Beobachtungskriterium** Ein Beobachtungskriterium ist ein Merkmal, das durch planmäßiges Beobachten und Palpieren des Körpers gefunden wurde und der Unterscheidung von „normal“ und „pathologisch“ dient. Ein brauchbares Beobachtungskriterium ist ein Merkmal, das auch von einem Nichttherapeuten gut erkannt werden kann, wenn man durch geeignete Hinweise seine Aufmerksamkeit auf das erkennbare Phänomen lenkt.

**Distanzpunkt (DP)** Ein Distanzpunkt ist ein beobachtbarer Punkt am Körper, der eine möglichst große Distanz zum Drehpunkt hat. Distanzpunkte dienen dem Therapeuten zur Analyse und Instruktion von Bewegung und sind damit auch für den Patienten eine große Wahrnehmungshilfe.

**Drehpunkt** In der Bewegungsanalyse interessiert das Gelenk als Ort, an dem Bewegungen innerhalb des Körpers stattfinden. Die Bezeichnungen Drehpunkt, Schaltstelle der Bewegung und Bewegungsniveau weisen auf den Unterschied zum etablierten anatomischen Gelenkbegriff hin.

**Ebenen** Die drei Körperebenen heißen: Frontalebene, Sagittalebene und Transversalebene. Senkrecht auf den Körperebenen stehen die Bewegungsachsen.

**Evaluation** bedeutet im Allgemeinen die grundsätzliche Untersuchung, ob etwas geeignet erscheint, einen angestrebten Zweck zu erfüllen. Sowohl die gewonnenen Daten als auch die daraus gezogenen Schlussfolgerungen und Bewertungen müssen nachvollziehbar und gültig bzw. zuverlässig sein. Evaluation in der Physiotherapie dient der rückblickenden Wirkungskontrolle, der vorausschauenden Steuerung und dem Verständnis von Situationen und Prozessen.

**Frontalebene** Die vordere und hintere Begrenzung des Körpers markieren die äußeren Frontalebene. (Da sie konstitutionsabhängig und im Rahmen der Norm nicht eindeutig sind, gehören sie nicht zu den allgemeinen Orientierungsebenen.) Zwischen diesen Ebenen lassen sich beliebig viele parallele Ebenen legen, von denen jede den Körper in einen ventralen und dorsalen Abschnitt teilt. Die mittlere Frontalebene verläuft durch die Mitte der oberen Sprunggelenke, Knie-, Hüft- und Schultergelenke und teilt die Körperabschnitte Becken, Brustkorb und Kopf in annähernd gleich große ventrale und dorsale Teile.

**Frontotransversale Achsen** Senkrecht auf den Sagittalebene stehen frontotransversale Achsen. Sie werden gebildet durch die Schnittlinien von Frontalebene und Transversalebene.

**Frontosagittale Achsen** Senkrecht auf den Transversalebene stehen frontosagittale Achsen. Die Achse wird gebildet durch die Schnittlinie von Frontalebene und Sagittalebene. Im aufrechten Stand stehen die Rotationsachsen der Arme und Beine frontosagittal.

**Funktionelles Problem** Aus den gesammelten Einzelergebnissen der Untersuchung leitet der Therapeut das funktionelle Problem ab. Die Störung auf der Ebene der Aktivität (Funktionsstörung) lenkt den Therapeuten bei der Erstellung der Arbeitshypothese.

**Gleichgewicht** Statisch ist ein Körper im Gleichgewicht, wenn sich alle äußeren Kräfte bzw. Drehmomente gegenseitig aufheben. Für jeden Körperabschnitt lassen sich Teilschwerpunkte ermitteln, deren Berechnung z. B. zur Ermittlung von Gelenkkraften bedeutsam ist. Nach dem Maß ihrer Stabilität werden drei Typen von Gleichgewichtslagen unterschieden: stabiles, labiles und indifferentes Gleichgewicht.

**Gleichgewichtsreaktionen** Sobald eine Gewichtsverschiebung horizontale Richtungskomponenten enthält, löst sie automatische, leicht beobachtbare Gleichgewichtsreaktionen aus. Man unterscheidet: Veränderung der Unterstützungsfläche und Einsetzen von Gegengewichten.

**Hypothetische Norm** Die hypothetische Norm ist eine Idealvorstellung von Haltung und Bewegung. Sie ist ein Leitbild, mit dessen Hilfe Abweichungen leicht identifiziert werden können.

**Kinematik** Die Kinematik ist die Lehre von der Bewegung und beschreibt deren räumlichen (Weg) und zeitlichen Aspekt (Geschwindigkeit und Beschleunigung), ohne die Ursachen einer Bewegung (z. B. Kräfte) zu betrachten. Sie beantwortet die Frage, wohin und wie die Bewegung stattfindet.

**Kinematische Kette** Als kinematische Kette bezeichnet man ein über Gelenke verbundenes bewegliches System aus einzelnen Gliedern. Man unterscheidet zwischen offener und geschlossener kinematischer Kette.

**Kinetik** ist die Lehre von den Bewegungen der Körper unter dem Einfluss der Kräfte (innere und äußere). Sie stellt die Zusammenhänge zwischen Kraft und Bewegung dar. In der Statik werden die Bedingungen analysiert, unter denen sich der Körper im Gleichgewicht befindet. Die Kinetik beantwortet also die Frage, warum und wodurch Bewegung geschieht (Dynamik) bzw. trotz einwirkender Kräfte nicht geschieht (Statik).

**Kondition** Bei der Untersuchung der Kondition wird beurteilt, welchen Einfluss die soziale Stellung, die psychische Situation und der somatische Zustand des Patienten auf sein Bewegungsverhalten ausüben. Unter diesem Gesichtspunkt beurteilt der Therapeut die körperliche Leistungsfähigkeit des Patienten. Der aktuelle Leistungszustand wird erfasst, indem man die Belastbarkeit verletzter, degenerierter und operierter Strukturen berücksichtigt. Die Leistungsfähigkeit wird von physischen, psychischen, sozialen sowie externen Faktoren (wie Umweltfaktoren, Rahmenbedingungen und familiäre Faktoren) und durch den Funktionszustand des neuromuskulären und des energetischen Systems bestimmt.

**Konstitution** Das Bewegungsverhalten des Individuums und damit seine individuelle Bewegungsgestalt ist abhängig vom Verhältnis der Längen, Breiten und Tiefen sowie von der Verteilung der Gewichte innerhalb des Körpers. Abweichungen von der hypothetischen Norm des Körperbaus und der Körperproportionen verändern das Bewegungsverhalten des Menschen in voraussagbarer Weise. Die individuelle Variabilität der Körperproportionen kann die Muskelaktivität prägen und verändern.

**Koordination** Unter Koordination versteht man das aufeinander abstimmen verschiedener Vorgänge wie z. B. Kondition, Kraft, Schnelligkeit, Schnellkraft und Ausdauer, um zu einem effektiven Bewegungsergebnis zu kommen. Im physiologischen Sinne ist Bewegungskoordination das Wechselspiel von Agonisten und Antagonisten. Man unterscheidet zwischen einer intramuskulären Koordination, bei der das Zusammenspiel zwischen Nerven und Muskeln innerhalb

einer motorischen Einheit verstanden wird, und der intermuskulären Koordination, die sich auf das Zusammenwirken mehrerer Muskeln bezieht. In Bezug auf die menschliche Bewegung bedeutet Koordination das sinnvolle Zusammenspiel einzelner Körperabschnitte oder des gesamten Körpers.

**Körperabschnitt (KA)** Jeder funktionelle Körperabschnitt hat mehrere Bewegungsniveaus, deren Bewegungsverhalten als funktionelle Einheit charakterisiert werden kann. Die Aufgaben bestimmen die Struktur des jeweiligen Körperabschnitts – und durch ihre vorgegebene Struktur eignen sie sich wiederum für bestimmte Aufgaben. Es gibt fünf Körperabschnitte: KA Beine, KA Becken, KA Brustkorb, KA Kopf, KA Arme.

**Körperlängsachse (KLA) Die virtuelle Körperlängsachse** verläuft in enger Beziehung zur Wirbelsäule und existiert nur, wenn sich die Wirbelsäule in ihrer Nullstellung befindet und die Körperabschnitte Becken, Brustkorb und Kopf übereinander eingeordnet sind. Sie ist die Schnittlinie zwischen Symmetrieebene und mittlerer Frontalebene.

**Körperschwerpunkt** Der Körperschwerpunkt ist der Punkt eines Körpers, in dem sein Gewicht (oder seine Masse) vereinigt ist. Für die Standfestigkeit eines Körpers ist die Lage des Schwerpunkts in Bezug auf die Unterstützungsfläche maßgebend. Er ist ein fiktiver Punkt und ändert beim beweglichen Körper fast ständig seine Position. Der Körperschwerpunkt wird für die Analyse von Gleichgewichtsreaktionen benötigt.

**Kritischer Distanzpunkt** Um eine weiterlaufende Bewegung zu veranlassen, beobachten und beschreiben zu können, bestimmt der Therapeut den kritischen Distanzpunkt. Er instruiert den Patienten, in welcher Richtung, bis wohin und wie schnell dieser Punkt bewegt werden soll. Er ist der Punkt, der die Richtung der geplanten Bewegung eindeutig beibehält.

**Kritischer Drehpunkt** Der letzte Drehpunkt, der an einer weiterlaufenden Bewegung teilnimmt, wird kritischer Drehpunkt genannt.

**Ökonomische Haltung** Von ökonomischer Haltung spricht man dann, wenn bei einer beliebigen Haltung die Intensität der geleisteten Muskelaktivität weder zu hoch noch zu gering ist.

**Potenzielle Beweglichkeit** Die leichte Ansprechbarkeit der Muskeln auf Bewegung nennen wir potenzielle Beweglichkeit. Sie erleichtert die Erhaltung eines labilen Gleichgewichts. In aufrechter Haltung sind die lordotischen Wirbelsäulenabschnitte im Aktivitätszustand der potenziellen Beweglichkeit, da die Gewichte über ihren Flexions-/Extensionsachsen vorn und hinten gleich verteilt sind.

**Primärbewegung** Die Primärbewegung ist ein Teil der Instruktion und der Teil eines Bewegungsablaufs, der bewusst instruiert und ausgeführt wird. Sie hat weiterlaufende Bewegungen und spontane Gleichgewichtsreaktionen zur Folge.

**Reactio** Die Reactio ist eine beabsichtigte Gleichgewichtsreaktion, die entweder in Form von Veränderung der Unterstützungsfläche oder des Einsetzens von Gegengewichten erfolgen kann.

**Referenzbilder** dienen dem Ist-Soll-Abgleich von gewünschtem Ideal (hypothetische Norm) und derzeitigem Bewegungsverhalten. Um Unterscheidungen treffen zu können, benötigen Therapeuten ein Referenzbild, das als Beurteilungsmaßstab dient.

**Rotationssynergie** Bei einem Körperabschnitt, der sich in Stützfunktion befindet, müssen die Mittelgelenke rotatorisch gegenläufig gegen die Richtung des Drucks im Sinne einer weiterlaufenden Bewegung stabilisiert sein. Die in den beteiligten Gelenken vorhandenen Rotationskomponenten wirken durch gegensinnige aktive Widerlagerung von Niveau zu Niveau entsprechend ihrer proximal/distalen Anordnung – dem Anziehen einer Schraube vergleichbar, sichernd auf das stützende Gefüge. Das ist ein Merkmal der Effizienz im geschlossenen System und wird Rotationssynergie genannt. Diese ermöglicht eine zentrische Belastung der Gelenkflächen auch bei unterschiedlicher Gewichtsbelastung.

**Sagittalebene** Die seitlichen Begrenzungen des Körpers bilden die äußeren Sagittalebene. Zwischen diese lassen sich beliebig viele parallele Ebenen legen, von denen jede den Körper in einen rechts- und linkslateralen Abschnitt teilt. Die mittlere Sagittalebene wird auch als Symmetrieebene bezeichnet. Sie teilt den Körper in zwei genau gleich große Teile.

**Sagittotransversale Achsen** Senkrecht auf den Frontalebene stehen sagittotransversale Achsen. Sie werden gebildet durch die Schnittlinien von Sagittalebene und Transversalebene. Im aufrechten Stand stehen die Abduktions- und Adduktionsachsen der Arme und Beine sagittotransversal.

**Statik** Unter dem Gesichtspunkt Statik wird die Haltung des Patienten und deren Einfluss auf das Bewegungssystem in Form von Belastung beurteilt.

**Transversalebene** Die Standebene des Menschen im Kubus ist die unterste Transversalebene und die Scheitelebene seine oberste Transversalebene. Zwischen diesen beiden Begrenzungen lassen sich beliebig viele parallele Ebenen legen, von denen jede den Körper in einen kranialen (zum Kopf gehörenden) und kaudalen (zum Schwanz bzw. Fuß gehörenden) Abschnitt teilt. Alle diese Ebenen sind Transversalebene, die sich auf den Körper (und nicht auf den Raum) beziehen.

**Trennebene** Die Trennebene ist eine gedachte senkrechte Verbindungslinie durch den Körper zur Unterstüßungsfläche und erleichtert die Analyse von Gewichtsverschiebungen/Gleichgewichtsreaktionen. In der Trennebene liegt der Körperschwerpunkt.

**Türmchen** Sind Becken, Brustkorb und Kopf in eine gemeinsame Achse eingeordnet, bilden sie das Türmchen.

**Unterstützungsfläche** Die Unterstüßungsfläche ist die kleinste Fläche, welche die Kontaktstellen aktivierter Körperabschnitte mit der Unterlage einschließt. Über der Unterstüßungsfläche befindet sich der Körperschwerpunkt.

**Weiterlaufende Bewegung (WB)** Wenn ein beliebiger Punkt des Körpers durch einen Bewegungsimpuls in eine bestimmte Richtung geleitet wird und in den benachbarten Gelenken Bewegungsausschläge stattfinden, die der Verwirklichung dieser gerichteten Bewegung dienen, entsteht eine weiterlaufende Bewegung.

**Zeiger** Wenn wir eine Bewegung beobachten, sehen wir den Bewegungsausschlag der Gelenkpartner nicht, wenn wir direkt auf den Drehpunkt schauen. Den größten Weg machen die Punkte an den jeweiligen Gelenkpartnern, die weit von der Bewegungsachse entfernt sind. Diese zeigen die Bewegung am deutlichsten. Bei Rotationsbewegungen liegen diese Distanzpunkte an sog. „Zeigern“ der Bewegung, die im günstigsten Fall rechtwinklig zur Rotationsachse stehen.

## 10 Anhang

### ***Ethikkommission: Originalmail an die EKNZ und deren Antwort***

Patrik Bürgin <patrik.buergin@gmail.com>

10.11.14

an ekbb; Niklaus; Philippe

Sehr geehrte Damen und Herren der Ethikkommission,

im Zuge meines Masterlehrganges an der Uni Basel (MAS Functional Kinetic Science) möchte ich eine Untersuchung zur Reliabilität der visuellen Ganganalyse machen. Dabei beurteilt eine Gruppe von Physiotherapeuten 6 verschiedene Probanden auf Video beim Gehen. Diese Probanden stammen aus der Videobibliothek des Universitätskinderspitals beider Basel und sind anonymisiert worden (Erlaubnis vom Leiter des Ganglabors Prof. Brunner vorhanden).

Meine Frage an Sie ist nun, ob ich einen Antrag bei der Ethikkommission einreichen muss oder nicht. Nähere Information können Sie allenfalls meinem Konzept entnehmen (Anhang).

Ich danke Ihnen für die Unterstützung.

Mit freundlichen Grüssen

Patrik Bürgin, MAS FK i.A.

Im Winkel 4,  
4142 Münchenstein  
061/ 411 39 58  
[patrik.buergin@stud.unibas.ch](mailto:patrik.buergin@stud.unibas.ch)

Masterthesen-Vorstellung Nov14.docEknz@bs.ch

11.11.14

an Nienke.Jones; mich

Sehr geehrter Herr Bürgin, guten Morgen,

nach Rücksprache mit Prof. Perruchoud kann ich Ihnen mitteilen, dass keine Eingabe bei der EKNZ notwendig ist, da es sich um Forschung mit anonymisierten, offen zugänglichen Daten handelt.

Ich hoffe, Ihnen mit diesen Angaben zu dienen.

Mit freundlichen Grüssen, Irene Oberli

## Selbständigkeitserklärung



Universität  
Basel

Medizinische  
Fakultät



### Erklärung über die selbständige Anfertigung der Masterthese im Studiengang Masterstudium Medizin

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Masterthese selbständig, entsprechend den Grundsätzen wissenschaftlicher Ehrlichkeit und Standards abgefasst habe. Insbesondere versichere ich, dass ich alle wörtlichen und alle sinngemässen Übernahmen aus anderen Werken als solche kenntlich gemacht habe.

Es ist mir bekannt, dass bei unlauterem Vorgehen meinerseits die Medizinische Fakultät das Recht hat, mir den auf Grund dieser Arbeit verliehenen Titel zu entziehen.

Ort, Datum: .....

Unterschrift: .....

## **Einverständniserklärung für Studie**

---

# *Einverständniserklärung*

---

Titel der Studie:

## **Interrater- Reliabilität der acht Beobachungskriterien der kinematischen Ganganalyse nach Susanne Klein- Vogelbach**

Eine systematische Untersuchung

Sehr geehrte Dame, sehr geehrter Herr,

ich bin Student im Masterstudienlehrgang MAS Functional Kinetic Science der Universität Basel und führe im Rahmen der Masterarbeit diese Studie durch.

**Bitte lesen Sie folgenden Text sorgfältig durch und fragen Sie, falls Sie etwas nicht verstehen oder wissen möchten:**

1. Auswahl der Personen, die an der Studie teilnehmen können: *Studierende des MAS Functional Kinetic Science; diplomierte Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten; Studierende des Studiengangs BSc Physiotherapie am BZG Basel*
2. Ziel der Studie: *Ich möchte mit dieser Studie herausfinden, wie zuverlässig die Beobachungskriterien der visuellen Ganganalyse nach Susanne Klein- Vogelbach sind.*
3. Allgemeine Informationen zur Studie: *Insgesamt nehmen 30 Personen an der Studie teil. Alle Teilnehmer beurteilen anhand eines Analysebogens das Gangbild von sechs ausgewählten, anonymisierten Menschen auf Video. Anhand der Daten kann mittels statistischer Auswertung die Zuverlässigkeit ausgerechnet werden.*
4. Ablauf für die Teilnehmenden: *Sie erhalten vom Studienleiter eine genaue Instruktion über die Durchführung der Videoanalyse sowie eine Einführung ins Thema, damit Sie die acht Beobachungskriterien verstehen. Dies dauert ca. 45 Minuten. Dann werden die sechs Videos nacheinander abgespielt. Dabei sehen Sie die gehende Person jeweils zuerst von hinten und vorne, dann von der Seite und am Schluss in Zeitlupe. Insgesamt dauert ein Video zehn Minuten (inklusive Pausen zum Notieren). Somit müssen Sie mit einem Zeitaufwand von ca. zwei Stunden rechnen.*
5. Rechte der Teilnehmenden: *Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Wenn Sie sich entscheiden mitzumachen, können Sie diesen Entscheid jederzeit zurücknehmen und aussteigen.*
6. Pflichten der Teilnehmenden: *Sie gehen mit Teilnahme an der Studie keinerlei Pflichten ein.*
7. Nutzen für die Teilnehmenden: *es ergibt sich kein direkter Nutzen für Sie.*
8. Risiken und Belastungen für die Teilnehmenden: *Sie gehen keinerlei Risiken ein. Die Teilnahme ist kostenlos.*



9. Ergebnisse der Studie: *Falls an den Resultaten der Studie Interesse besteht, geben Sie bitte hier ihre E- Mail Adresse an. Sie werden, sobald die Resultate vorliegen, vom Studienleiter darüber informiert: .....@.....*
10. Vertraulichkeit der Daten: *Die Analysebogen sind anonymisiert. Es können nur Rückschlüsse über die Zugehörigkeit zur Gruppe gezogen werden, nicht zur Person selbst. Sie bekommen einen Code, der bereits auf dem Analysebogen steht.*
11. Entschädigung der Teilnehmenden: *Es gibt keine finanzielle Entschädigung. Sie haben während der Einführung die Möglichkeit, einen kleinen Snack und Getränke (offeriert vom Studienleiter) zu sich zu nehmen.*
12. Finanzierung der Studie: *die entstandenen Kosten trägt der Studienleiter.*
13. Kontaktperson: *Studienleiter Patrik Bürgin, Im Winkel 4, 4142 Münchenstein.  
Telefon: 061 411 39 58 E- Mail: patrik.buergin@gmail.com*

Hiermit bestätige ich, dass ich den obigen Text gelesen und verstanden habe und dass ich bereitwillig an der Studie teilnehme:

Name in Blockschrift: .....

Datum und Unterschrift: .....

### ***Beispielmail an die Physiotherapeuten über die Teilnahme an der Studie***

Hallo zusammen,

ich habe folgendes Anliegen an euch:

Am Freitag, 6. März werdet ihr bei meiner Studie („Interraterreliabilität der acht Beobachtungskriterien der kinematischen Ganganalyse nach Suanne Klein- Vogelbach“) mitmachen. Dabei müsst ihr (nach einer gründlichen Einführung) 6 Videos von gehenden Patienten beurteilen, und zwar nach den acht Beobachtungskriterien von Susanne Klein- Vogelbach. Diese Kriterien habt ihr alle schon mal gehört, und wenn nicht, lernt ihr sie bei der Einführung kennen. Ihr müsst lediglich ankreuzen, ob das Gangkriterium normal ist oder nicht. Es ist überhaupt nicht relevant, ob ihr gut seid in der Beurteilung eines Gangbildes. Natürlich ist das Ganze auch anonym. Insgesamt machen 30 Personen mit. Dabei sind 10 dipl Physio, 10 Studenten in Ausbildung zum Physiotherapeuten und 10 dipl. Physio in Ausbildung zum Master in Funktional Kinetic Science.. Unter anderem möchte ich diese 3 Gruppen miteinander vergleichen.

Wichtig ist, dass ihr euch nicht darauf vorbereitet!!

Wenn ihr noch nähere Infos braucht, bitte gerne bei mir nachfragen.

## Ganganalyseformular: von vorne/ hinten

Videonr.: .....

Rater: .....

Datum: .....

| Kriterium  | Norm   | Abweichend | Unklar | Bemerkungen |
|--|--------|------------|--------|-------------|
| II. Gangtempo/ Kadenz („Yellow submarine“)   |        |            |        |             |
| III. Spurbreite (Ferse tangiert fast med. Mall)  |        |            |        |             |
| V. Erhaltung der vertikal stehenden KLA<br>(Translation, Rotation, Duchenne?)                  |        |            |        |             |
| VI. Beuge- und Streckachsen des Standbeins und Abrollbewegung (Abrollbewegung Fuss, Knieachse) | rechts |            |        |             |
|  | links  |            |        |             |
| VII. Gehbewegungen der KA Becken/ Beine (Trendelenburg)  | rechts |            |        |             |
|  | links  |            |        |             |
| VIII. Armbewegungen (in Sagittalebene?)  |        |            |        |             |

## Ganganalyseformular: von der Seite

Videonr.: .....

Rater: .....

Datum: .....

| Kriterium  | Norm      | Abweichend | Unklar | Bemerkungen |  |
|--|-----------|------------|--------|-------------|--|
| I. Vorwärtstransport der Körperabschnitte<br><i>(Drive? reaktiv/aktive Schritte?)</i>                            |           |            |        |             |  |
| IV. Schrittlänge <i>(Schritte gleich gross?)</i>   |           |            |        |             |  |
| V. Erhaltung der vertikal stehenden virtuellen KLA<br><i>(Becken, Brustkorb, Kopf übereinander eingeordnet?)</i> |           |            |        |             |  |
| VII. Gehbewegungen<br>der KA Becken/ Beine   | Standbein |            |        |             |  |
|  |           | rechts     |        |             |  |
|  | Spielbein |            |        |             |  |
|  |           | links      |        |             |  |
| VIII. Armbewegungen <i>(Luftlöcher sichtbar? gleichmässig?)</i>  |           |            |        |             |  |

Was würden Sie als nächstes untersuchen?

.....

## **Beobachtungskriterien für die Analyse von der Seite (lag Ratern so vor)**

### **I Vorwärtstransport der Körperabschnitte Brustkorb und Kopf:**

- die Körperabschnitte Brustkorb und Kopf werden gemeinsam als Primärbewegung vorwärts transportiert
- dies generiert den Gehautomatismus und wird durch den Drive aufrechterhalten (Zielsehnsucht, Gleichgewichtsreaktion im Sinne der Veränderung der Unterstützungsfläche)
  - Abweichung (ABW): aktive Schritte (anstatt reaktiv)

### **IV Schrittlänge:**

- die Schritte sind gleich gross
  - ABW: ein Fuss setzt nur knapp vor dem anderen auf, dadurch geringerer Weggewinn
  - ABW: Nachstellschritt, dadurch null Weggewinn mit diesem Bein

### **V Erhaltung der vertikal stehenden virtuellen Körperlängsachse**

- KA Becken, Brust und Kopf sind übereinander eingeordnet und die gemeinsame Achse steht vertikal
  - ABW: Vorneigung/ Rückneigung der KLA
  - Isolierte Vor- oder Rückneigung des KA Beckens (zum Beispiel durch Extensionsdefizit in den Hüftgelenken)

### **VII Gehbewegungen der KA Becken und Bein:**

Standbein:

- Initial Contact: das OSG ist in Nullstellung
  - ABW: Fussheberschwäche mit vermehrter Plantarflexion
- Loading Response: die Flexion im Kniegelenk nimmt allmählich zu, der Trochanterpunkt bewegt sich gleichmässig nach vorn
  - ABW: Trochanterpunkt bewegt nach hinten und Knie ist gestreckt
- Mid Stance: der Trochanterpunkt überholt das KG. Die Ferse löst sich vom Boden, sobald der Spielbeinfuss genau neben dem Standbeinfuss ist
  - ABW: Ferse löst sich zu spät
- Preswing: die Flexion im Kniegelenk nimmt zu
  - ABW: zu geringe Knieflexion

Spielbein:

- die Verkürzung des Spielbeins erfolgt zwischen Preswing und Mid swing durch sukzessive Flexion in Hüft-, Knie- und OSG
  - ABW: Zirkumduktion
- Terminal swing: das KG bleibt am Ende der Spielbeinphase in leichter Flexion
  - ABW: zu viel oder zu wenig Flexion

### **VIII Armbewegungen:**

- der Ausschlag nach vorn und hinten ist annähernd gleich gross
- UA und OA schwingen gleichzeitig und gleich schnell
- der Schultergürtel wird von der WB erfasst

## **Beobachtungskriterien für die Analyse von vorne/hinten (lag Ratern vor)**

### **II Gangtempo/ Kadenz:**

- 108-120 Schritte pro Minute
  - Abweichung (ABW): verringerte Kadenz, jeder Schritt muss neu angesetzt werden
  - ABW: gesteigerte Kadenz, Gang hyperaktiv, unökonomisch

### **III Spurbreite:**

- So gross, dass das überholende Spielbein sich ohne Behinderung am Standbein vorbei bewegen kann
  - ABW: Breitspur: Längsachse des Standbeins nach innen geneigt
  - ABW: Nullspur: labile Gleichgewichtslage (Laufsteg)
  - ABW: Minusspur: Kreuzgang

### **V Erhaltung der vertikal stehenden Körperlängsachse:**

- die KA Becken, Brustkorb und Kopf bleiben übereinander eingeordnet und die gemeinsame Achse steht vertikal
  - ABW: Translation nach rechts/ links zwischen Brustkorb und Becken und zwischen Brustkorb und Kopf
- der frontotransversale Brustkorbdurchmesser (FTBDM) bleibt horizontal (keine Latflex des Brustkorbs) und rechtwinklig zur Fortbewegungsrichtung (keine Rot)
  - ABW: Lateralflexion; Annäherung der Distanzpunkte (Dp) Beckenkamm-unteres Rippenbogen und/ oder Dp Ohr-FTBDM (Duchenne)  
ABW: Rotation; der FTBDM dreht und verliert seine Ausrichtung senkrecht zur Fortbewegungsrichtung

### **VI Beuge- und Streckachsen des Standbeines:**

- Abrollen über die funktionelle Fusslängsachse (vom lateralen Calcaneus zum Grosszehgrundgelenk), die Beuge- und Streckachsen von Hüft- und Kniegelenk verlaufen parallel und rechtwinklig zur funktionellen Fusslängsachse (fFLA), die in die Gehrichtung zeigt
  - ABW: +Divergenz der funkt. Fusslängsachse, Zerstörung Fusslängsachse
  - ABW: -Divergenz der fFLA
- Bleiben die F/E- Achsen des Kniegelenks frontotransversal?
  - ABW: Medialrotation des Femurs, die Querachse durch die Femurkondylen dreht sich nach medial und steht damit nicht mehr rechtwinklig zur Fortbewegungsrichtung

### **VII Gehbewegung der Körperabschnitte Becken und Bein:**

- Norm: das Becken sinkt leicht auf der Spielbeinseite ab
  - ABW: zu starkes Absinken (Trendelenburg)

### **VIII Armbewegungen:**

- die Armbewegungen finden in der Sagittalebene statt
  - ABW: Pendeln vor/hinter dem Körper

## **Checkliste (diente dem Autor als Vorbereitung für die Ratings)**

- Material:
  - Laptop, USB-Stick mit Sicherheitskopie, Stromkabel
  - Laserpointer
  - Formulare für Rater
  - Kugelschreiber blau, rot, Leuchtstifte
  - Notizblock für mich (Methode, Fragen, Probleme während Instruktion)
  - Kleidung für mich
  - Stoppuhr (Pausenlänge messen)
  - Fotoapparat, Videokamera
  - Snack, Getränke
  
- Aula:
  - Licht dimmen
  - Sitzordnung standardisiert
  
- Ablauf:
  - Einverständnis unterschreiben lassen
  - Einführung ins Thema (Powerpointpräsentation)
  - 8 Kriterien> Mäppli, Stifte verteilen, oberstes Blatt herausnehmen, Notizen machen
  - Instruktion der 8 Kriterien
  - Fragen beantworten
  - Jetzt Bogen aus Mäppli nehmen lassen
  - Das Ausfüllen erklären, Repetition der Kriterien in Kurzform: Norm/ Abweichend am wichtigsten, zuerst alle ausfüllen, dann erst Bemerkungen dazu ergänzen
  - Hinweis auf „was als nächstes untersuchen“ ausfüllen: was würdet ihr als nächstes im Befund untersuchen, wo seht ihr das Problem (z. B. Knie, Beweglichkeit oder Kraft Hüfte)
  - „unklar“ ankreuzen nur wenn nicht entscheiden kann, immer Bemerkung dazu
  - Fragen?
  
- Videobeurteilung
  - Jetzt werden keine fachlichen Fragen mehr beantwortet
  - Hinweis auf Kugelschreiber rot/ blau wechseln
  - Hinweis auf Zeit beim Ausfüllen
  - Hinweis zu Slow Motion: auf die Punkte achten, die bis dahin noch unklar waren
  - Wenn alles ausgefüllt: wieder blauen Stift in die Hand nehmen
  
- Schluss
  - Allgemeine Angaben ausfüllen
  - Alles ins Mäppli zurück legen und abgeben