

Friedrich-Schiller-Universität Jena

***Trainingswissenschaftliche Analyse des Jazz-
und Modern Dance -
Zur Bedeutung von Gleichgewicht und Sprungkraft***

Dissertation

**zur Erlangung des akademischen Grades
doctor philosophiae (Dr. phil.)**

vorgelegt dem Fakultätsrat für Sozial- und Verhaltenswissenschaften
der Friedrich-Schiller-Universität Jena
von Anja Buder, M.A. Sportwiss., Biologie, Erziehungswiss.
geb. 23.07.1982 in Freiberg

Gutachter

1. Prof. Dr. habil. Hans-Alexander Thorhauer
2. PD Dr. habil. Klaus Wirth

Tag der Prüfung: 14.01.2015

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung.....	7
2 Forschungsstand	42
2.1.1 Gleichgewicht.....	46
2.1.2 Kraffähigkeiten - Sprungkraft.....	52
3 Problemstellung	60
4 Ziele und Hypothesen Studie I	61
5 Methodik Studie I Vergleichende Untersuchung unterschiedlicher Leistungsklassen	64
5.1 Studiendesign und Probanden	64
5.2 Durchführung der Untersuchung	66
5.3 Statistik.....	86
6 Ergebnisse Studie I	87
6.1 Gleichgewichtsfähigkeit.....	87
6.2 Kraffähigkeit	92
7 Diskussion Studie I	100
7.1 Statische Gleichgewichtsfähigkeit	100
7.2 Dynamische Gleichgewichtsfähigkeit	107
7.3 Kraffähigkeit - Sprungkraft.....	111
7.4 Kraffähigkeit - maximal willkürlich isometrische Maximalkraft	125
8 Hintergründe, Ziele und Hypothesen Studie II.....	140
9 Methodik Studie II Untersuchung von Trainingseffekten auf relevante Leistungsfaktoren einer BL-Formation	145
9.1 Studiendesign und Probanden	145
9.2 Durchführung der Untersuchung	147
9.3 Statistik.....	151
10 Ergebnisse Studie II	152
10.1 Gleichgewichtsfähigkeit.....	152
10.2 Kraffähigkeit	155
11 Diskussion Studie II	162
11.1 Reaktive Gleichgewichtsfähigkeit.....	162

11.2	Krafftähigkeit - Counter Movement Jump und Drop Jump, maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft der unteren Extremitäten	165
12	Ausblick und trainingswissenschaftliche Empfehlungen für die Praxis	173
13	Zusammenfassung.....	175
14	Literaturverzeichnis	180
15	Abbildungsverzeichnis	194
16	Tabellenverzeichnis	201
17	Anhang I.....	206
18	Anhang II.....	241
19	Anhang III.....	261
20	Anhang IV	267
21	Danksagung.....	269
22	Lebenslauf	271
23	Erklärung	273

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Anm.	Anmerkung
Abk.	Abkürzung
BL	Bundesliga
BKZ	Bodenkontaktzeit
BDJ	Bounce Drop Jump
bzgl.	bezüglich
cm	Zentimeter
CMJ	Counter Movement Jump
CoM	Centre of Mass
CoP	Centre of Pressure
DE	Dorsalextension
DJ	Drop Jump
DOSB	Deutscher Olympischer Sportbund
DTV	Deutscher Tanzsportverband
DVZ	Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus
EM	Europameisterschaft
ggf.	gegebenenfalls
IDO	International Dance Organisation
IG	Interventionsgruppe
JMD	Jazz- und Modern Dance
KG	Kontrollgruppe
KH	Körperhöhe
LV	Leistungsvoraussetzungen

LF	Leistungsfaktoren
min	Minute
OL	Oberliga
PF	Plantarflexion
RL	Regionalliga
ROM	Range of Motion
RSG	Rhythmische Sportgymnastik
s	Sekunde
SEBT	Star Excursion Balance Test
SMT	Sensomotorisches Training
Tamed	Tanzmedizin Deutschland e.V.
TSO	Turnier- und Sportordnung
u.a.	unter anderem
UE	Unterrichtseinheit
u.U.	unter Umständen
WBV	Whole Body Vibration Training
Wdh.	Wiederholung
WM	Weltmeisterschaft
WMA	World Medical Association
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

1 Einleitung

Der Modern Dance (vgl. Zeitgenössischer Tanz, Contemporary Dance) hat seinen Ursprung zu Beginn des 20. Jahrhunderts in einer Gegenbewegung zum Klassischen Tanz (Ballett) (Penrod & Plastino, 2005). Fleischle-Braun (2000) bezeichnen den Modern Dance auch als Antithese zum Klassischen Ballett auf der Basis künstlerischer, sozialer und pädagogischer Reformbestrebungen. Er enthält u.a. Formen des Ausdruckstanzes, welcher wiederum bis in die frühe Zeit der menschlichen Geschichte und Kultur zurückverfolgt werden kann.

Der Jazzdance hingegen hat seine Wurzeln in den schwarzen Tänzen Nordamerikas und geht auf die afrikanische Tanzkultur der damals dort lebenden Sklaven zurück (Rebel, 2005). Ende der zwanziger Jahre vermischten sich die Stile weißer Bühnentänzer mit dem Stil des schwarzen Tanzes. Der heutige Jazzdance gilt als eigenständiger Bühnentanzstil (Rebel, 2005).

Als Kombination aus Modern Dance und Jazzdance genießt der Jazz- und Modern Dance (JMD) als Sportart in Deutschland steigende Popularität. Er hat sich in den letzten zwanzig Jahren zu einem festen Bestandteil des deutschen und europäischen Tanzsportes entwickelt (DTV, 2010). Seit 1965 repräsentiert der Deutsche Tanzsportverband (DTV) als Spitzenfachverband die Sportart Tanzen im Deutschen Olympischen Sportbund (DOSB). In den 1980er Jahren wurden feste Wertungskriterien in einem Regelwerk für den JMD entwickelt. Der Aufbau eines Ligasystems begann 1989. Ein Jahr später tanzten bereits 101 Formationen in drei Ligabereichen. Heute existieren internationale (Weltmeisterschaft und Europameisterschaft) und nationale Wettkämpfe (Deutsche Meisterschaft). Auf nationaler Ebene werden im Ligabetrieb Turniere von der Kinder- über die Jugendliga bis hin zur Regionalliga (RL) und Bundesliga (BL) durchgeführt. Derzeit sind laut dem DTV ca. 6000 offiziell gemeldete TänzerInnen in fast 450 Formationen in ganz Deutschland aktiv. Im Juli 2007 nahmen erstmals zwei deutsche Formationen an der 4. IDO Weltmeisterschaft (IDO - International Dance Organisation) im JMD in New York teil und holten hier eine erste WM-Medaille für Deutschland. Auch in späteren Solo- und Duo-Wettbewerben errangen DTV-Tänzerinnen WM-Medaillen.

Tanz ist sowohl Kunst als auch Sportart, die Zusammenführung dieser beiden scheinbar unvereinbaren Elemente unterscheidet den Tanz von anderen Sportarten (Brown, Wells, Shade, Smith, & Fehling, 2007). Es wird jedoch noch immer laut dem DTV von vielen Tänzern, Trainern und Choreographen als kritisch betrachtet, Tanzen auch als Sportart zu sehen (Rafferty, 2010). Dies steht in starkem Gegensatz zum oben genannten nationalen und internationalen Wettkampfsystem. Es sind insbesondere für den JMD grundsätzlich noch wenig trainingswissenschaftliche Aspekte aufgearbeitet worden. Um methodisch fundierte Empfehlungen für eine auch wettkampforientierte Trainingsgestaltung geben zu können, bedarf es diesbezüglich differenzierterer Untersuchungen. Insbesondere im deutschsprachigen Raum gibt es kaum aktuelle sportwissenschaftliche Arbeiten im Bereich des Tanzsports. Der Mangel an wissenschaftlich breitgefächerten Untersuchungen könnte unter anderem damit zusammenhängen, dass in Tänzerkreisen noch immer die oben beschriebene Unsicherheit vorherrscht, Tanz auch als Sport zu verstehen. Insbesondere professionelle Bühnentänzer befürchten, unspezifisches Training könnte die gewünschte Ästhetik des Tänzerkörpers stören (Twitchett, Koutedakis, & Wyon, 2009, Koutedakis & Sharp, 2004) und die reine Fokussierung auf die physischen Aspekte könnte der Kunst des Tanzes abträglich sein (Rafferty, 2010). Tänzerisches Training ist daher noch immer vor allem durch künstlerische Traditionen diktiert und weniger durch trainingswissenschaftliche Prinzipien (Liederbach, 2000). Tänzer verstehen sich in erster Linie als Künstler (Simmel, 2009), weniger als Leistungs- oder Hochleistungssportler. Aus trainingswissenschaftlicher Sicht sind sie jedoch beides: Künstler und Sportler (Brinson & Dick, 1996).

Für den professionellen Bühnentanz werden inzwischen verstärkt Forderungen nach mehr trainings- und sportwissenschaftlicher Grundlage für das tänzerische Training laut (Brown, et al., 2007). Insbesondere im Ballett macht sich z.B. die Tanzmedizin, z.B. *Tanzmedizin Deutschland e.V.* (Tamed) in verschiedenen Bereichen für einen gesunden und gleichzeitig leistungsfähigen Tänzer stark (vgl. auch Simmel 2009 und Huwyler, 1984). Für Simmel (2009) bedeutet das: „Raus aus dem Tanzsaal und auch [...] Fitnessbereiche trainieren, die im Tanz wenig angesprochen werden“ (S. 230). *(Anm.: der englische Begriff „Fitness“ wird im Folgenden mit dem deutschen Begriff „sportliche Leistungsfähigkeit“*

gleichgesetzt.) Der Einbezug sportlicher Aspekte in den Tanz kann und soll die künstlerischen Ziele unterstützen, Bewegungen effizienter machen, Verletzungen vorbeugen und die Leistungsfähigkeit verbessern (Rafferty, 2010). Dies gilt grundsätzlich für alle Stilrichtungen des Tanzes.

Ähnlich wie in anderen Sportarten mit ästhetischem Schwerpunkt, wie z.B. der Rhythmischen Sportgymnastik (RSG), könnten bestimmte Aspekte der tänzerischen Leistung und der akrobatischen Qualitäten im JMD durch Verbesserungen konditioneller Fähigkeiten, wie z.B. der Kraft, positiv beeinflusst werden (Angioi, Metsios, Twitchett, Koutedakis, & Wyon, 2009, Brown, et al., 2007). Grundlegende Aspekte der Leistung in der RSG, wie z.B. Sprünge, werden neben der Koordination u.a. durch Kraft, Ausdauer und Beweglichkeit bedingt und entsprechend gezielt trainiert (Hume, Hopkins, Robinson, Robinson, & Hollings, 1993). Spezifische Anpassungen in der RSG, wie die Gleichgewichtsfähigkeit, die auch im Tanz von zentraler Bedeutung ist, werden durch gezieltes Training erreicht, was nach Angioi, Metsios, Twitchett, et al. (2009) wiederum einen wesentlichen Einfluss auf die Gesamtleistung hat. Bezüglich der Leistungsanforderungen sind sich RSG und JMD zum Teil sehr ähnlich. Ein gezieltes Training leistungsbestimmender Faktoren, wie es in der RSG grundsätzlich und seit jeher praktiziert wird, kann der Leistung im JMD nur zuträglich sein, insbesondere vor dem Hintergrund der steigenden Anforderungen im Tanzsport.

Im Sport entwickeln sich diverse Techniken immer weiter und auch die Inhalte des Trainings verändern sich. Nicht zuletzt wegen seines großen künstlerischen Anteils unterliegt auch der JMD verschiedensten Entwicklungen und Veränderungen, stärker noch als dies in anderen Sportarten der Fall ist. Diese Veränderungen gehen mit steigenden Anforderungen an die TänzerInnen auf physischer und psychischer, sowie auch choreographischer Ebene einher. Moderne Choreographien stellen die Tänzer vor immer neue Aufgaben, sich physisch zu artikulieren (Rafferty, 2010) - dies betrifft den Bühnentanz wie auch den Wettkampfsport JMD

Die Videoanalyse der Wettkamp choreographien der bundesweit besten Formationen im JMD der vergangenen Jahre (siehe unten) zeigt deutlich, dass

bestimmte Leistungsanforderungen (z.B. Sprungkraft und Gleichgewicht) neben künstlerischen Aspekten verstärkt im Mittelpunkt stehen.

Bei differenzierter Analyse der Wettkampfchoreographien im Rahmen der Deutschen Meisterschaft im JMD der vergangenen sechs Jahre bis einschließlich 2013 sind entsprechende Tendenzen bzgl. der Leistungsanforderungen im Tanz festzustellen (siehe unten: Videoanalyse).

Videoanalyse der Deutschen Meisterschaft von 2007 bis 2013

Mithilfe der sportwissenschaftlich orientierten Videoanalyse, welche im Vorfeld durchgeführt wurde, konnten aktuelle Tendenzen in der Sportart JMD charakterisiert werden. Mithilfe eines vorher festgelegten Systems konnten die Wettkampfchoreographien ausgesuchter Formationen der Bundesliga auf konkrete Leistungsfaktoren (LF) untersucht werden. Es wurden ausschließlich Formationen in die Analyse einbezogen, welche sich seit 2007 regelmäßig für die Deutsche Meisterschaft qualifiziert und daran teilgenommen hatten. Bis auf das Jahr 2009 konnten so insgesamt sechs Formationen bei allen Deutschen Meisterschaften von 2007 bis einschließlich 2013 untersucht werden und somit die Entwicklung über 7 Jahre innerhalb der besten Formationen Deutschlands beurteilt werden.

Es wurden insgesamt sechs Formationen in die Analyse einbezogen, wobei drei davon durchgängig jedes Jahr und drei jeweils ein Jahr nicht an der Deutschen Meisterschaft teilnahmen. In Tab. 1.1 sind die Formationen mit ihrer Platzierung und der jeweiligen Dauer des Tanzes für das betreffende Jahr aufgeführt.

Tab. 1.1: Ausgesuchte Formationen für die Videoanalyse mit Platzierungen und Dauer des Tanzes (Deutsche Meisterschaften 2007-2013) (Erwachsene, ca. 18-30 Jahre); MW: Mittelwert

Formation	Platzierungen							Dauer des Tanzes						
Jahr	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2013	2012	2011	2010	2008	2007	MW
<i>autre choses</i> (Saarlouis)	2.	1.	1.	2.	1.	2.	2.	3:00	3:14	3:50	3:38	3:46	3:19	3:33
<i>Imagination</i> (Schöningen)	8.	4.	2.	6.	3.	3.	8.	3:12	3:09	3:00	3:03	3:29	3:24	
<i>Suspense</i> (Ros.gart.- L.heim)	6.	10.	9.	8./ 9.	10.	10.	14.	3:17	3:50	3:44	3:15	4:10	4:14	
<i>J.E.T.</i> (Goslar)	-	6.	3.	1.	2.	1.	1.	-	3:00	3:39	3:58	3:53	4:00	
<i>Colony of Dance</i> (Müllheim)	12	-	6.	4.	13./ 14.	5.	9./ 10.	3:11	-	3:20	3:57	3:27	4:05	
<i>Fearless</i> (Wolfsburg)	4	2	4	3.	4.	12.- 14.	-	3:32	3:55	3:32	3:37	3:36	-	

Es wurden folgende choreographische und tänzerische Merkmale erfasst:

- komplexe Drehungen bzw. Drehkombinationen** (mind. zweifach): Häufigkeit pro gesamter Choreographie (ganze Gruppe + einzelne Tänzer)
- komplexe, gleichgewichtsfordernde Elemente** (Stände auf sehr kleiner Unterstützungsfläche - d.h. einbeinige Stände, Verharren in instabilen Positionen, Halten des Gleichgewichts direkt nach Sprüngen, Drehungen oder komplexen Schrittfolgen oder Bodenelementen, Dauer: mind. 3 s): Häufigkeit in der gesamten Choreographie (ganze Gruppe + einzelne Tänzer)
- akrobatischer Elemente** (z.B. Überschläge, Bodenakrobatik, Handständen etc.): Häufigkeit in der gesamten Choreographie (ganze Gruppe + einzelne Tänzer)
- Sprünge und Sprungkombinationen** (einbeinig, beidbeinig, Drehsprünge, Sprünge am/ vom Boden, etc.): Häufigkeit in der gesamten Choreographie (ganze Gruppe + einzelne Tänzer)
- Hebungen/ Hebefiguren:** Häufigkeit in der gesamten Choreographie (ganze Gruppe + einzelne Tänzer)

In Tab. 1.2 sind die wesentlichen Ergebnisse mit den Häufigkeiten der jeweiligen untersuchten Faktoren für alle sechs Formationen über sechs Jahre

zusammengefasst. Im Anhang IV (Kap. 20) sind die Einzelergebnisse tabellarisch dargestellt.

Tab. 1.2: Zusammenfassung der Ergebnisse der Videoanalyse aller sechs untersuchten Formationen von 2007-2013

	Mittelwert	Maximum	Minimum
Dauer des Tanzes (in min)	03:33	03:55	03:09
Drehungen/ Pirouetten (mind. 2-fach)	11	21	3
Gleichgewichtselemente (einbeinig)	9	25	3
Sprünge	16	27	7
Hebefiguren und Akrobatik	14	27	4

Die Erkenntnisse aus der Videoanalyse bei sechs Formationen der Deutschen Meisterschaften von 2007 bis 2013 können wie folgt charakterisiert werden:

1. Auffallend ist ein hohes Maß an akrobatischen Elementen mit hohen Stützanteilen wie Überschlägen, Bodenakrobatik, Handständen, akrobatischen Hebefiguren etc.
2. Des Weiteren sind neben vielfachen koordinativ und konditionell anspruchsvollen Sprüngen und Sprungkombinationen komplexe Drehungen in mehrfacher, teils innerhalb der Durchführung wechselnder Ausführung in Kombination mit Gleichgewichtselementen und anderen Techniken enthalten;
3. Die komplexen Choreographien beinhalten außerdem ein sehr hohes Bewegungstempo in Kombination mit großen Bewegungsamplituden und einer großen Häufigkeit der oben genannten Elemente.

Die Anforderungen bzgl. der oben genannten Elemente bzw. tänzerischen Inhalte sind in den letzten Jahren gestiegen. Der Anspruch der Drehungen, Hebungen, Sprünge und akrobatischen Elemente sowie der komplexen Kombinationen hat in den vergangenen Wettkampf-Jahren stetig zugenommen. Insbesondere hat sich gezeigt, dass Gleichgewichtsanforderungen u.a. häufig nach Sprüngen oder Sprungkombinationen vollzogen werden bzw. ebenso direkt im Anschluss an eine Gleichgewichtssituation ein oder mehrere Sprünge erfolgen können. Die aufgeführten Anforderungen erfordern ein gezieltes Training der Leistungsfaktoren im Einzelnen und in Kombination.

Es wird deutlich, dass ein gezieltes Training aller erforderlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten auf motorischer und psycho-physischer Ebene unerlässlich ist, um sportliche Höchstleistungen im JMD zu erbringen (Simmel, 2009). Professionelle wie auch semiprofessionelle TänzerInnen müssen entsprechend trainiert und ausgebildet sein, um den gestiegenen physischen Anforderungen gewachsen zu sein (Rafferty, 2010). Neben den zahlreichen künstlerischen Ansatzpunkten sind deshalb verstärkt sportwissenschaftliche Fragestellungen von Interesse. Die Videoanalyse hat gezeigt, dass insbesondere auf konditioneller und koordinativer Ebene ähnlich wie in der RSG die diversen Gleichgewichtsfähigkeiten, die aktive und passive Beweglichkeit sowie die Sprungkraft und auch die Kraftausdauer von besonderer Bedeutung im JMD sind. Da die Beweglichkeit ein vergleichsweise bereits häufig thematisiertes Gebiet im Tanz darstellt (Deighan, 2005, Rubini et al., 2011, Ruemper & Watkins, 2012, Wessel-Therhorn, 2004, Penrod & Plastino, 2005, Fleischle-Braun, 2000, Franklin, 2002, Franklin, 2004, Missmahl, 1992, Rosenberg, 1995, Rebel, 1991, Kimmerle, 2010, Twitchett, et al., 2009, Dickson, Hollman-Gage, Ojofeitimi, & Bronner, 2012, Gupta et al., 2004, Seidler, 2011, Twitchett, et al., 2009, Steinberg et al., 2006, Koutedakis & Sharp, 2004), sollen hier insbesondere die Sprungkraft und die Gleichgewichtsfähigkeiten im Mittelpunkt stehen.

Die trainingswissenschaftliche Analyse einzelner Leistungsvoraussetzungen (LV) soll helfen, ihre Bedeutung im Leistungssystem des JMD zu charakterisieren und eine einheitliche wissenschaftliche Grundlage für das Training zu schaffen.

Leistungssystem und Sportartprofil des JMD

Die generelle Aufgabe der Trainingswissenschaft ist die wissenschaftliche Fundierung des Trainings (Hohmann, Lames, & Letzelter, 2007) durch die Analyse und Charakterisierung der Leistungsstruktur. Ein sportliches Training zielt auf die Leistungssteigerung bzw. die Entwicklung der Leistungsvoraussetzungen einer Sportart ab. Die entsprechenden Trainingsziele sollten aus der Analyse der Leistungsstruktur (auch Leistungssystem) stammen (Hohmann, et al., 2007). Die Kenntnis der Leistungsstruktur einer Sportart bildet demzufolge die Grundlage für das jeweilige Trainingssystem. „Erst auf [...] Basis [...] der Leistungsstruktur lassen sich wissenschaftlich begründete Handlungsempfehlungen für das sportliche Training ableiten“ (Hohmann, et al., 2007, S. 41).

Im Rahmen ihrer vergleichenden Betrachtungen bestehender Strukturmodelle sprechen Hohmann, et al. (2007) bei der komplexen sportlichen Leistung einerseits von Leistungsstruktur und andererseits vom *System*. Der Begriff *Leistungssystem* anstelle von *Leistungsstruktur* findet jedoch erst seit einigen Jahren vor allem bei Schnabel, Harre, & Krug (2011) Verwendung und wird auch im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit eingesetzt.

Zwar sind die Auffassungen zur Leistung bzw. zum Leistungssystem in der trainingswissenschaftlichen Literatur nicht einheitlich deckungsgleich (vgl. Hohmann, Lames, & Letzelter, 2010, Frey & Hildenbrandt, 2002, Schnabel, et al., 2011), in ihren Grundaussagen bestehen jedoch wesentliche Gemeinsamkeiten. Im weiteren Verlauf wird insbesondere Bezug genommen auf die Ansätze von Schnabel, et al. (2011). Sie verstehen sportliche Leistung als „Einheit von Vollzug und Ergebnis einer sportlichen Handlung bzw. einer komplexen Handlungsfolge, gemessen bzw. bewertet an bestimmten sozial determinierten Normen“ (Schnabel, et al., 2011, S. 36). Sie ist von verschiedenen Bedingungen bzw. Voraussetzungen abhängig. Der JMD ist eine technisch-kompositorische Sportart (Schnabel, et al., 2011) mit hohem künstlerischem Anteil und gleichzeitig starken koordinativen und konditionellen Beanspruchungen. Dementsprechend sollten die Leistungsvoraussetzungen im JMD sowie die Leistungsanforderungen und die Struktur, in der sie zueinander stehen, bekannt sein, um das Training so effektiv wie möglich zu gestalten. Für den JMD existiert derzeit noch kein einheitliches, trainingswissenschaftlich fundiertes Leistungs- bzw. Trainingssystem. Die Kenntnis der Leistungsanforderungen und -voraussetzungen ist jedoch eine wesentliche Voraussetzung für die Planung und Gestaltung des Trainings und für die Leistung im JMD (Schnabel, et al., 2011).

Im Folgenden werden die Leistungsanforderungen bzw. Leistungsvoraussetzungen im Tanzsport JMD einer genaueren Betrachtung unterzogen, um so das Leistungssystem in einigen Aspekten zu beleuchten. Im Anschluss folgt ein erster Versuch, das Leistungssystem im JMD als Grobübersicht darzustellen.

Es ist hier zu betonen, dass grundsätzlich die künstlerischen Aspekte wie Inhalt und Gestaltung der Choreographie, Musik und Kostüme, sowie die technischen Aspekte einen wesentlichen Bestandteil der tänzerischen Leistung ausmachen.

Ohne konkrete konditionelle und koordinative Leistungsvoraussetzungen bei den Tänzern ist jedoch keine Leistung möglich (Koutedakis & Jamurtas, 2004). Anspruchsvolle Choreographie erfordert immer einen adäquat ausgebildeten Tänzer (Wyon & Koutedakis, 2013). Koutedakis & Sharp (1999) geben einen Überblick über ausgewählte Bestandteile der tänzerischen Leistung im professionellen Tanz. Sie unterscheiden hier direkte und indirekte Effekte (Abb. 1.1).

Constituents	Elements
<i>Direct effects</i>	
* Biomechanical (Kinesiology)	Skill, style, technique
* Hereditary	Genetic predisposition, talent identification
* Medical	General health, injury treatment, postural defects, osteoporosis and the problems of the asthmatic and diabetic dancer
* Nutritional	Muscle fuel and body fluid replacement, healthy eating
* Psychological	Stress control, motivation, goal settings
* Technological	Material science (e.g. shoes, dance surfaces)
* Physiological (Physical fitness)	Aerobic (cardiovascular) capabilities Anaerobic capabilities Muscular strength & power Joint mobility/Muscle flexibility Body composition (proportionality)
Stage-fright	Pre-performance nervousness
<i>Indirect Effects</i>	
* Artistic	Choreography, music, costumes
* Environmental	Temperature, facilities, working environment
* Individual	Financial state, personal-family relationships
* Managerial	Selection, administration, finances
* Methodological	Teaching methods
* Sociological	Type of dance, ethnic background
* Travelling	Living conditions, dance practice facilities
* Paediatric	Limits and requirements of exercise in children

Abb. 1.1: Ausgewählte Bestandteile der tänzerischen Leistung im professionellen Tanz (Koutedakis & Sharp, 1999)

Koutedakis & Sharp (1999) unterscheiden direkte und indirekte Einflüsse auf die Leistung im Tanz. Zu den direkten Bestandteilen der Leistung im Tanz zählen demnach u.a. die Biomechanik, Erbanlagen oder auch Ernährung, zu den indirekten dagegen künstlerische Aspekte sowie Umweltfaktoren, Trainingsmethoden oder Soziologie. Schnabel, et al. (2011) unterscheiden diesbezüglich einerseits personale, sprich innere und andererseits äußere Leistungsvoraussetzungen.

Äußere Leistungsvoraussetzungen sind u.a. Sportstätten und ihre Beschaffenheit, Sportgeräte, Ausrüstung und Partnerverhalten sowie auch klimatische Bedingungen. Letztere spielen im JMD in Bezug auf das Außenklima keine wesentliche Rolle, da die Turniere in überdachten Hallen stattfinden. Es muss jedoch angemerkt werden, dass z.B. die Luftverhältnisse, das Raumklima und auch die Lichteinstrahlung in der Halle großen Einfluss auf die Leistung haben können. Folgende äußere Leistungsvoraussetzungen sind jedoch im Tanzsport JMD von größerer Bedeutung:

- Beschaffenheit der Sporthalle, d.h. insbesondere die Verhältnisse des Tanzbodens und wie sich die eigenen Tanzschuhe darauf verhalten, im Training wie auch im Wettkampf (Chessin, 2012),
- Größe und Form der nutzbaren Tanzfläche,
- speziell im Training das Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein von Spiegeln (Radell, Adame, Cole, & Blumenkehl, 2011),
- passende Kleidung, Schuhwerk (Chessin, 2012, Fong Yan, Hiller, Smith, & Vanwanseele, 2011) und im Wettkampf Form und Beschaffenheit der Kostüme,
- Verhalten des Partners bzw. der anderen Tänzer, insbesondere bei Hebungen und in der Organisation und Einhaltung der choreographischen Aufstellung,
- ferner das Verhalten von Zuschauern sowie Tänzern und Trainern der sportlichen Konkurrenz.

Die äußeren (auch apersonalen, vgl. Schwabowski, Brzank, & Nicklas, 1992) müssen bei der Ausprägung der inneren (personalen) Leistungsvoraussetzungen berücksichtigt werden, da beide in Wechselbeziehungen zueinander stehen (Schnabel, et al., 2011). Innerhalb der personalen Leistungsvoraussetzungen unterscheiden Schnabel, et al. (2011) eine unmittelbar handlungsbezogene Ebene und eine Basisebene der physischen und psychischen Grundvoraussetzungen und -prozesse. Die erstgenannte Ebene beinhaltet Fähigkeiten, Fertigkeiten, Gewohnheiten, Kenntnisse, das Niveau der Antriebsregulation (u.a. Motivation) und die physische und psychische Belastbarkeit. Die Basisebene umfasst elementare Funktionen der Organsysteme und psychische Grundfunktionen und -prozesse, sprich u.a. Knochenbau, Muskelfaserstruktur, physiologische und

biochemische Prozessqualitäten, die Ausprägungen der Funktionen der Sinnes- und Nerventätigkeit und elementare psychische Prozesse (Schnabel, et al., 2011). Beide Ebenen stehen in wechselseitiger Beziehung zueinander (Abb. 1.2).

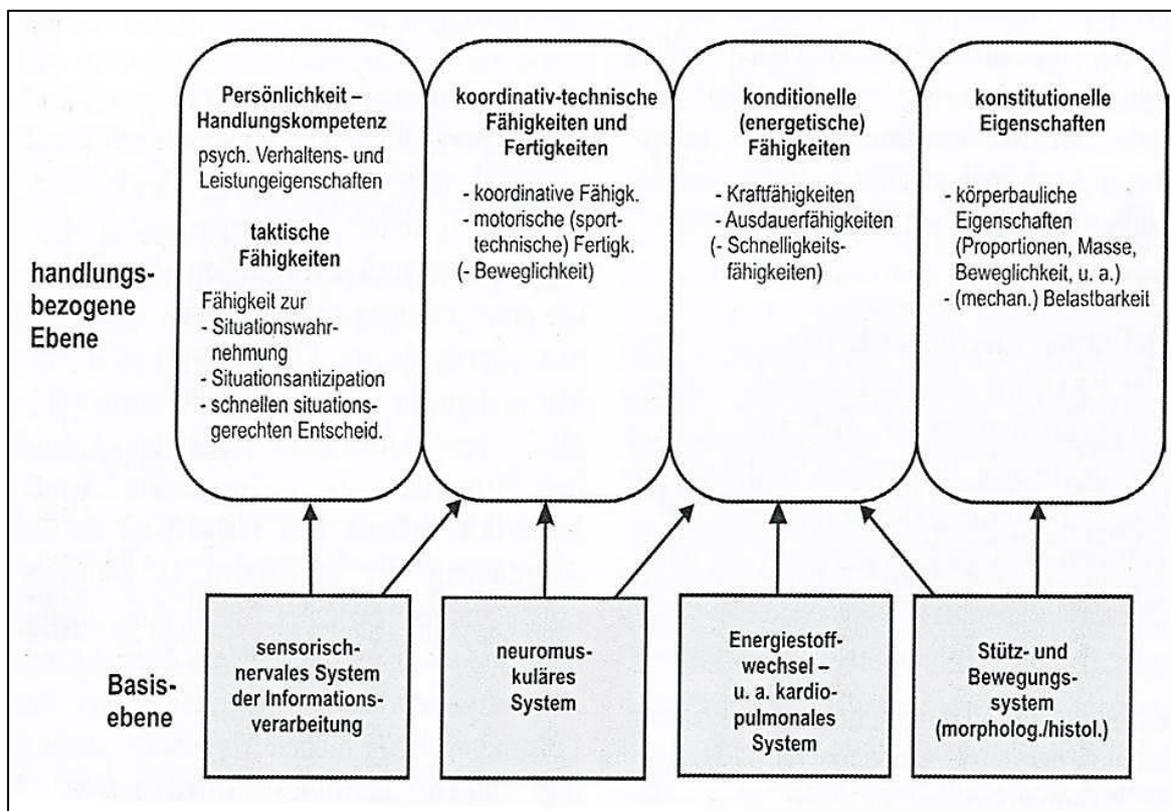


Abb. 1.2: Leistungsvoraussetzungen auf handlungsbezogener und Basisebene (Schnabel, et al., 2011)

Die personalen Leistungsvoraussetzungen, auch als Leistungsfaktoren (LF) bezeichnet, beeinflussen Höhe und Güte der motorischen Leistung (Schnabel, et al., 2011) und werden entsprechend in folgenden Voraussetzungskomplexen zusammengefasst: **Konstitution, Kondition, Technik-Koordination, Strategie/Taktik** und **Persönlichkeits- und Handlungskompetenz**.

Die Tänzerische Leistung insgesamt ist abhängig von technischen, medizinischen, psychologischen, ernährungsbedingten, ökonomischen, umgebungsbedingten und physischen Elementen (Angioi, Metsios, Koutedakis, & Wyon, 2009, Koutedakis & Sharp, 1999). Tänzer müssen insbesondere auf professioneller Ebene Experten auf ästhetischem und technischem Gebiet sein, psychologisch vorbereitet auf kritische Situationen, frei von Verletzungen und vor allem sportlich leistungsfähig (Koutedakis & Sharp, 1999). Insbesondere im Tanz stellen die physischen

Fähigkeiten die Grundlage für die komplexen Bewegungen dar (Wyon & Koutedakis, 2013).

Zur Ästhetik und zu den Zusammenhängen zwischen ästhetischer Kompetenz und koordinativ-konditionellen Parametern im Tanz wird hier u.a. auf Angioi, Metsios, Twitchett, et al. (2009) verwiesen. Die Autoren stellen ein neu entwickeltes „Ästhetik-Kompetenz-Tool“ (Anhang I, Abb. 17.1) vor und definieren sieben Beurteilungskriterien, die diesbezüglich im Tanz von Bedeutung sind: Bewegungskontrolle, räumliches Bewusstsein, Exaktheit der Bewegungen, Technik, Dynamik bzw. Rhythmisches Bewusstsein (Timing), Präsenz bzw. Expressivität (Performance-Qualitäten) und Gesamtperformance.

Im Folgenden wird der JMD als Sportart unter den trainingswissenschaftlichen Gesichtspunkten Konstitution, Kondition, Beweglichkeit, Technik/ Koordination und Taktik einer genaueren Betrachtung unterzogen. Diese stellen Komponenten der Leistungsfähigkeit (Hohmann, et al., 2007) bzw. die Hauptfaktoren sportlicher Leistung dar (Schnabel, et al., 2011). Wie bereits betont, sind auch psycho-soziale Faktoren, psychische Eigenschaften und ästhetische Komponenten (Hohmann, et al., 2007) im JMD von Bedeutung. Schnabel, et al. (2011) sprechen hier auch von Persönlichkeits- und Handlungskompetenz als Voraussetzungskomplex innerhalb der personalen Leistungsvoraussetzungen (siehe oben). Diese ist jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Grundsätzlich ist die Beschreibung und Quantifizierung der tänzerischen Leistung noch nicht eindeutig, die Gesamtleistung im Tanz ist noch wenig oder nur teilweise erfasst (Angioi, Metsios, Koutedakis, et al., 2009). Aus diesem Grund können derzeit nur Vermutungen auf Basis der jeweiligen Kenntnisse aus der Trainings- und der Tanzwissenschaft erstellt werden.

Konstitution

Die **Konstitution (Körperbau)**, welche insbesondere die Körperhöhe, Körpermasse, Proportionen und Gelenkbeweglichkeit beinhaltet (Schnabel, et al., 2011), ist die „mehr oder weniger genetisch vorgegebene körperliche Disposition“ (Hohmann, et al., 2007, S. 48), in deren Rahmen die konditionelle Entwicklung eines Sportlers erst möglich ist. Sie kann großen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit insbesondere bei Tänzern haben (Schnabel, et al., 2011).

Allerdings wird die Konstitution erst durch energetisch-konditionelle und koordinativ-technische Leistungsvoraussetzungen leistungsbestimmend (Schnabel, et al., 2011). So kann eine Tänzerin eine große Gelenkbeweglichkeit erst im Zusammenhang mit entsprechender technischer Schulung oder auch Sprungkraftentwicklung in eine gute tänzerische Leistung umsetzen. Grundsätzlich erfordert der Tanz keine Begrenzung oder Festlegung in Körpermasse oder Körperhöhe. Bei professionellen Balletttänzerinnen wurden jedoch mehrfach ein sehr geringer Körperfettanteil (Harley et al., 2002) bis hin zu Untergewicht mit 11% unterhalb des Ideals (Hamilton, Hamilton, Marshall, & Molnar, 1992) und wenig Muskelhypertrophie festgestellt (Stokić, Srdić, & Barak, 2005, Eliakim, Ish-Shalom, Giladi, Falk, & Constantini, 2000, Twitchett, et al., 2009). Im Ballett ist ein sehr geringer Körperfettanteil erwünscht bzw. wird zum Teil exzessiv angestrebt (Eliakim, et al., 2000). (Harley, et al., 2002) haben des Weiteren bei Balletttänzerinnen gegenüber sportlich Aktiven eine signifikante höhere Masse an sogenannter fettfreier bzw. schlanker Muskulatur festgestellt. Im JMD spielt dies eine eher untergeordnete Rolle, zumal hier vor allem auch aufgrund der Entwicklungsgeschichte des Modern Dance natürliche, ökonomische sowie anatomisch weniger stilisierte Bewegungsformen als im Ballett erwünscht sind. In Bezug auf eine optimale Kraftausnutzung z.B. bei Sprüngen ist jedoch anzunehmen, dass eine zu hohe Körpermasse wie auch eine zu große Muskelhypertrophie zu Leistungseinschränkungen führen würde (siehe unten: Relative Kraft).

Die Gelenkbeweglichkeit (Martin, Carl, & Lehnertz, 2001) oder Gelenkigkeit (Hohmann, et al., 2007) spielt eine wesentliche Rolle innerhalb der konstitutionellen Leistungsvoraussetzungen im professionellen wie semiprofessionellen Bereich, im Ballett wie im Modern Dance, im Jazzdance und im JMD (Ruemper & Watkins, 2012). Sie beinhaltet die individuelle Ausprägung der Gelenkschwingungsweite (Hohmann, et al., 2007). Sie ist anatomisch-strukturell geprägt (Hohmann, et al., 2007) und wird durch die Stellung der Gelenkflächen, die Dehnbarkeit der Gelenkkapseln und Bänder, die Dehnbarkeit von Muskeln und Sehnen und durch die Muskelmasse bedingt (Schnabel, et al., 2011). Hohmann, et al. (2007) unterscheiden die Gelenkigkeit und die Dehnfähigkeit. Beide sind im Tanz von besonderer Bedeutung.

Beweglichkeit

Die Beweglichkeit umfasst Begrifflichkeiten wie Gelenkigkeit und Dehnfähigkeit (siehe oben), Flexibilität (Hohmann, et al., 2007, Frey & Hildenbrandt, 2002), Biegsamkeit, Mobilität (Schnabel, et al., 2011) oder auch Range of Motion (ROM) (Wiesler, Hunter, Martin, Curl, & Hoen, 1996, Deighan, 2005). Im Tanz werden alle Erscheinungsformen der Beweglichkeit benötigt (Wessel-Therhorn, 2004, Penrod & Plastino, 2005, Fleischle-Braun, 2000, Franklin, 2002, Franklin, 2004, Missmahl, 1992, Rosenberg, 1995, Rebel, 1991) und sollten auf vielfältige Weise entwickelt werden. Hierzu gehören nach (Schnabel, et al., 2011):

- **aktive Beweglichkeit** (möglicher Bewegungsbereich im Gelenk durch Aktivität der für die jeweilige Bewegung zuständigen Muskeln): z.B. Spagat beim Spagat-Sprung
- **passive Beweglichkeit** (möglicher Bewegungsbereich im Gelenk durch äußere Einwirkung): z.B. Schwungbewegungen wie hohe Beinwürfe, Einwirkung eines Partners
- **Anatomische Beweglichkeit** (theoretisch möglicher Bewegungsbereich im Gelenk nach Entfernung der Muskeln; Synonym: Gelenkigkeit); Verhältnis zwischen passiver/ aktiver und anatomischer Beweglichkeit ist individuell verschieden

Des Weiteren wird unterschieden in statische (gehaltene) und dynamische Beweglichkeit (Frey & Hildenbrandt, 2002). Letztere wird im Zusammenhang mit einem Bewegungsablauf erreicht. Eine insbesondere im Tanz, in der RSG und auch dem Gerätturnen bedeutsame spezielle Erscheinungsform der Beweglichkeit ist die Spreizfähigkeit, welche die Beweglichkeit in den Hüftgelenken bezeichnet (Schnabel, et al., 2011) (Abb. 1.3).



Abb. 1.3: Spreizfähigkeit im JMD (Privatarchiv)

Tanz ist durch ästhetische Bewegungsformen charakterisiert, welche nicht zuletzt auf eine hohe Beweglichkeit zurückzuführen sind (Kimmerle, 2010). Diese motorische Fähigkeit ist essentiell im Tanz für die Ausdrucksfähigkeit durch Bewegung (Deighan, 2005). Die Vielseitigkeit menschlicher Bewegungen wird im Tanz maximiert und als Ausdrucksmittel verwendet. Ohne angemessene Beweglichkeit in all ihren Erscheinungsformen ist es Tänzern kaum möglich, eine professionelle Ebene zu erreichen (Deighan, 2005). Insbesondere klassische Bühnentänzer (Ballett) weisen eine überdurchschnittliche Gelenkbeweglichkeit auf (Twitchett, et al., 2009, Ruemper & Watkins, 2012, Hamilton, et al., 1992). Die extreme Bewegungsweite in ausgewählten Gelenken ist wichtig für das ästhetische Erscheinungsbild des Tanzes (Dickson, et al., 2012). Insbesondere die Flexibilität im Hüftgelenk (Gupta, et al., 2004, Hamilton, et al., 1992) in den Füßen (Seidler, 2011) und in der Wirbelsäule sowie in allen großen Muskelgruppen ist von grundlegender Bedeutung (Twitchett, et al., 2009, Steinberg, et al., 2006, Koutedakis & Sharp, 2004). Extreme Gelenkpositionen im Tanz erfordern weiterhin die Beuge- und Streckbewegungen sowie die Außenrotation im Hüftgelenk (Deighan, 2005). Harley, et al. (2002) haben bei semi-professionellen Balletttänzerinnen im Alter von durchschnittlich 17 Jahren im Vergleich mit sportlich Aktiven eine signifikant größere Beweglichkeit im hinteren Oberschenkel und in der Hüfte, sowie in der Plantarflexion und Dorsalextension

und auch im Ellbogen festgestellt. Ein flexibler Sprunggelenk-Fuß-Komplex, insbesondere eine große Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk, im Chopart- und Lisfranc-Gelenk (Abb. 11.1, vgl. Kap.11.1) und im Großzehengrundgelenk ist im Ballett wie auch im Modern Dance u.a. für die Fußposition im „relevé“ (halbe Spitze, Ballenstand, Abb. 11.2) notwendig (Seidler, 2011, Dickson, et al., 2012).

Eine häufige Verletzung bei professionellen Tänzern ist die Überlastung der Achillessehne durch unzureichende Bewegungsweite in der Plantarflexion (Chessin, 2012), neben zahlreichen weiteren Verletzungen in Füßen und Sprunggelenken, die mit unzureichender Bewegungsweite der betreffenden Gelenke in Zusammenhang stehen (Dickson, et al., 2012). Bei Aufnahmetests bzw. Screenings für Tanzschulen bzw. Ausbildungszentren für Tänzer (siehe Abb. 2.2, Kap. 2) sollten deshalb sorgfältige Auswahlverfahren durchgeführt werden, um die Beweglichkeit und die genetische Veranlagung in Bezug auf eine konstitutionell bedingte Flexibilität der Tänzer zu überprüfen (Deighan, 2005). Hamilton, et al. (1992) haben mithilfe des modifizierten Beighton-Scores gezeigt, dass ein großer Anteil an Tänzern eine generalisierte Hypermobilität aufweist. Ruemper & Watkins (2012) geben an, inwiefern durch eine Vorauswahl verschiedene Arten von Hypermobilität bei Tänzern analysiert werden können und welche der tänzerischen Leistung zuträglich wären. Eine Hypermobilität der Gelenke wird im Tanz als Vorteil angesehen (Dickson, et al., 2012), (Hamilton, et al., 1992), wobei diese wiederum bei unzureichender muskulärer Stützung der Gelenke zu Instabilität und Verletzungen führen kann (Hamilton, et al., 1992, Ruemper & Watkins, 2012). Hypermobilität liegt dann vor, wenn die Bewegungsweite in einem Gelenk über der Durchschnittsnorm liegt (Seidel, 2009). Sie kann verschiedene Ausprägungsformen annehmen (Sachse, 2004), auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Wie oben bereits beschrieben ist eine kontrollierbare, muskulär gestützte Hypermobilität in speziellen Gelenken bei Tänzern, auch im JMD, wünschenswert (Deighan, 2005, Hamilton, et al., 1992).

Kondition: Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit

Ballett wie auch Modern Dance wurden in der vorangegangenen Untersuchungen als überwiegend intermittierende Sportarten mit zum Teil hohen Intensitäten definiert (Schantz & Astrand, 1984, Wyon & Koutedakis, 2013, Wyon, 2005, Angioi, Metsios, Koutedakis, et al., 2009). Obgleich sich die betreffenden Studien

vorrangig mit professionellen Bühnentänzern aus dem Ballett und Modern Dance befassen, wird hier angenommen, dass im JMD im Training wie auch im Wettkampftanz aufgrund ähnlicher tänzerischer Inhalte auch ähnliche Umstände in Bezug auf konditionelle Fähigkeiten gegeben sind. Dies erfordert jedoch noch weitere differenzierte Untersuchungen. Zahlreiche Studien haben Tänzern im Vergleich mit anderen Sportlern aufgrund ihrer Ergebnisse einen unzureichend entwickelten konditionellen Trainingszustand attestiert (Brown, et al., 2007). Aus diesem Grund und angesichts der oben genannten gestiegenen Anforderungen im JMD werden im Folgenden die konditionellen Fähigkeiten im Tanz einer genaueren Betrachtung unterzogen. Es bestehen Gemeinsamkeiten zwischen dem Tanz und anderen Sportarten, z.B. der Artistik, dem Turnen oder der RSG (Baldari & Guidetti, 2001, Angioi, Metsios, Koutedakis, et al., 2009). Entsprechend ist zu vermuten, dass aufgrund dieser Gemeinsamkeiten auch einige sportwissenschaftliche Erkenntnisse auf den JMD übertragen werden könnten (Twitchett, et al., 2009). Mangels Literatur und Untersuchungen speziell zum JMD wird deshalb hierfür auf die Forschungsergebnisse im professionellen Bühnentanz und auf andere technisch-kompositorische Sportarten zurückgegriffen, um einen ersten Überblick über die konditionellen Fähigkeiten im Tanzsport geben zu können.

Grundsätzlich ist in technisch-kompositorischen Sportarten eine gute Ausdauerfähigkeit erforderlich, um eine hohe sporttechnische Stabilität bis zum Ende der Kür oder des Tanzes zu gewährleisten (Schnabel, et al., 2011). Tänzer benötigen entsprechend neben ihrer technischen und künstlerischen Ausbildung eine gute sportliche Leistungsfähigkeit, um den zum Teil stark gestiegenen Anforderungen ihrer Tanzrichtung gerecht zu werden. Eine gute Grundlagenausdauer auf der Basis der aeroben Leistungsfähigkeit beeinflusst auch im Tanz die Belastbarkeit sowie die Erholungsfähigkeit positiv (Schnabel, et al., 2011, Koutedakis & Sharp, 1999, Allen & Wyon, 2008). Eine unzureichende Ausdauerleistungsfähigkeit kann u.a. eine Verschlechterung des Gleichgewichts, der Haltung und der Koordination zur Folge haben (Baldari & Guidetti, 2001), was im Tanz zu einer starken Verschlechterung der Gesamtleistung führen würde. Bzgl. der ergänzenden Trainingsmöglichkeiten für die Ausdauer im Tanz wird hier auf Koutedakis & Sharp (1999) verwiesen.

Hinsichtlich der verschiedenen Krafftigkeiten, die im Tanz von Bedeutung sind, wird hier insbesondere auf Kap. 2.1.2 verwiesen. Grundsätzlich gilt im Tanz vor allem die Kraft in den unteren Extremitäten für Absprünge und Landungen als wesentliche Leistungsvoraussetzung (Kimmerle, 2010, Brown, et al., 2007). In der RSG sehen Schwabowski, et al. (1992) vor allem die relative Kraft (vgl. Kap. 2.1.2) als eine dominierende Leistungsvoraussetzung an. Sie wird berechnet aus der Maximalkraft geteilt durch die Körpermasse. Es sei aus ästhetischen Gründen und aus Gründen der optimalen Kraftausnutzung empfehlenswert, die Körpermasse zu senken bzw. zu halten und Muskelhypertrophie zu vermeiden. Auch im JMD ist diese Krafftigkeit von wesentlicher Bedeutung, da das eigene Körpergewicht in Sprüngen oder Hebefiguren bewegt werden muss und gleichzeitig keine übermäßige Muskelhypertrophie erwünscht ist - aus ästhetischen Gründen und aufgrund der gesteigerten Körpermasse, die bewegt werden müsste.

Nach Schwabowski, et al. (1992) sind die Schnellkraft und die Kraftausdauer in der RSG leistungsentscheidend. Es wird angenommen, dass dies im JMD ähnlich ist. Beide Kraftarten stellen nach Schmidtbleicher (1980) Subkategorien der Maximalkraft dar und sind somit von ihr abhängig (vgl. Kap. 2.1.2.). Die Schnellkraft ist die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, einen möglichst großen Impuls in der zur Verfügung stehenden Zeit zu erzeugen (Grosser, Starischka, & Zimmermann, 2012). Als Kraftausdauer hingegen wird allgemein die Ermüdungswiderstandsfähigkeiten bei statischen und dynamischen Krafteinsätzen über 30 % der Maximalkraft bezeichnet (Grosser, et al., 2012). Die Autoren betonen, dass aus trainingsmethodischen Gründen je nach Größe des Krafteinsatzes die Definition entsprechend zu differenzieren ist - hierzu wird auf Kap. 2.1.2. verwiesen. Insbesondere Sprünge stellen im Tanz, speziell im JMD (siehe oben „Videoanalyse“), einen wesentlichen Teil der Leistung dar (Harley, et al., 2002). Neben allen Sprüngen erfordern des Weiteren zahlreiche Hebefiguren, schnelle Bodenelemente und spezifische tänzerische Techniken eine gut ausgeprägte Kraftausdauer und Schnellkraft. Bestimmte Sprungformen verlangen insbesondere Spreizschnellkraft, Rumpfschnellkraft, Armabdruckkraft und Sprungkraft. Nach Bach (2010) stehen in der RSG die Krafftigkeiten im Zusammenhang mit der aktiven (und passiven) Beweglichkeit (siehe oben), was als entscheidende Voraussetzung für das Erlernen aller Technikstrukturen mit großen Amplituden angesehen wird. Sind in der RSG die Bewegungsamplituden

nicht optimal ausgebildet, ist die auch die technische, kompositorische und interpretatorische Leistungsentwicklung eingeschränkt. Kraft und Beweglichkeit müssen gleichzeitig komplex und harmonisch ausgebildet werden (Schwabowski, et al., 1992). Im Tanzsport verhält sich dies ähnlich. Im Bereich der Kraftausdauer sind sportartspezifische Erscheinungsformen die Beinhalte- und Armstützkraft und die Spannkraft bzw. Stützspannung im Rumpf (Schwabowski, et al., 1992). Letzteres erfordert vor allem eine isometrische Muskelarbeit. Auch Wessel-Therhorn (2004) erwähnt in diesem Zusammenhang speziell für den Jazzdance die Begriffe Haltungsbewusstsein und Aufrichtung sowie Rumpfstabilität und Rumpfkraft, welche gleichbedeutend sind mit den oben genannten Anforderungen an die isometrische Arbeitsweise der Muskulatur. Prinzipiell kommen im JMD wie auch in der RSG in einer Choreographie alle Arbeitsweisen der Muskulatur zum Einsatz. Bei Sprüngen und Landungen ist dies die dynamisch überwindende und nachgebende Kontraktionsform und z.B. für die Spannung und Haltung des Körpers in bestimmten Ständen und Drehungen, u.a. mit großen Spreizwinkel die isometrische Kontraktionsform (Schwabowski, et al., 1992). Nach Koutedakis & Sharp (1999) zeigen Tänzerinnen aus dem Modern Dance tendenziell höhere Kraftleistungen als Balletttänzerinnen und sind zum Teil in ihren Kraftleistungen sogar vergleichbar mit Athleten anderer Sportarten.

Die Schnelligkeit als koordinativ-konditionell determinierte Fähigkeit (Schnabel, et al., 2011) und dritter großer Komplex innerhalb der konditionellen Fähigkeiten spielt im JMD eine eher untergeordnete Rolle. Nach Burger & Krämer (2003) handelt es sich bei der Schnelligkeit um einen vielseitigen Fähigkeitskomplex (psychisch, kognitiv, koordinativ, konditionell), welcher sich im Tanz in unterschiedlicher Weise darstellt. Aus trainingswissenschaftlicher Sicht ist die Schnelligkeit die Fähigkeit, in kürzester Zeit auf Reize zu reagieren und Informationen zu verarbeiten sowie motorische Handlungen unter Zeitdruck ausführen zu können (Schnabel, et al., 2011). Sie kann in die elementare und in die komplexe Schnelligkeit unterteilt werden (Schnabel, et al., 2011). Erstgenannte beinhaltet vorrangig anlagebedingte psychophysische Voraussetzungen und kann wiederum in Reaktions- und Koordinationsschnelligkeit unterschieden werden (Schnabel, et al., 2011). Von besonderer Bedeutung im JMD ist die azyklische Bewegungsschnelligkeit als Teil der komplexen Schnelligkeit. Sie kann in Handlungs- und in azyklische bzw.

zyklische Bewegungsschnelligkeit unterteilt werden und steht immer in Beziehung mit anderen Leistungsvoraussetzungen (Schnabel, et al., 2011). Im JMD sind dies z.B. die Krafftähigkeit oder auch spezielle Techniken. Nach Schwabowski, et al. (1992) werden in der RSG drei Formen der Schnelligkeit unterschieden: 1. die Geschwindigkeit von Einzelbewegungen, wie schnelles Beinspreizen oder schnelle Kopfbewegungen, 2. eine hohe Bewegungsfrequenz und Beschleunigungsfähigkeit in der tänzerischen Fortbewegung, 3. die Handlungsfähigkeit für Kombinationen und Kombinationstechniken. Alle drei Formen sind abhängig von der Beherrschung der Technik und der Fähigkeit der Muskulatur, sich zu entspannen (Schwabowski, et al., 1992). Insbesondere im JMD steht die Bewegungsschnelligkeit in engem Zusammenhang mit den musikalischen Besonderheiten und den Anforderungen der Choreographie. Letztlich findet die Schnelligkeit in der Fachliteratur zum Tanzsport wenig Beachtung. Im Vergleich dazu wird sie in der RSG explizit trainiert (Schwabowski, et al., 1992, Lissizkaja, Schwabowski, & Braun, 1986, Gienger, 1988).

Technik, Koordination

Wie bereits betont wurde handelt es sich aus sportlicher Sicht beim Tanzsport JMD um eine technisch-kompositorische Sportart wie z.B. auch Turnen, Eiskunstlauf oder RSG (Schnabel, et al., 2011). Entsprechend sind die technischen Leistungskomponenten und sporttechnischen Fertigkeiten von großer Bedeutung. Die vielseitigen Tanztechniken aus dem Jazzdance und dem Modern Dance werden in der Fachliteratur umfangreich (Diehl & Lampert, 2011, Fleischle-Braun, 2000, Huschka, 2012, Postuwka, 1999, Stüber, 1984, Traguth, 1992, Traguth, 1994, Wessel-Therhorn, 2004, Günther, 2005, Rosenberg, 1995, Schabert, 1988, Guse, 1987) und sollen hier nicht differenziert betrachtet werden. Insbesondere der Modern Dance ist jedoch durch eine besonders große Vielfalt technischer Anforderungen charakterisiert (Angioi, Metsios, Twitchett, et al., 2009). Sie erfordern eine hohe Qualität der vorausgesetzten koordinativen Fähigkeiten. Hierzu zählen nach Blume (1978) und Hirtz (1985) folgende Fähigkeiten: Differenzierungsfähigkeit, Kopplungsfähigkeit, Reaktionsfähigkeit, Orientierungsfähigkeit, Gleichgewichtsfähigkeit, Umstellungsfähigkeit, Rhythmisierungsfähigkeit. Die Differenzierung in diese sieben grundlegenden koordinativen Fähigkeiten nach Blume (1978) und Hirtz (1985) hat sich nicht nur

für den Schulsport als praktikabel erwiesen. Jede dieser Fähigkeiten hat in hohem Maße Einfluss auf die Leistung im JMD. Nach Schnabel, et al. (2011) sind außerdem in technisch-kompositorischen Sportarten wie dem Tanz auch zusätzliche sportartspezifische Fähigkeiten von Bedeutung, wie z.B. Distanzsteuerungsfähigkeit, ästhetische Fähigkeit, Virtuosität oder die Fähigkeit, störende Einflüsse variabel kompensieren zu können.

Die koordinativen Fähigkeiten werden zwar im Tanz als grundlegend vorausgesetzt, sind bisher in der trainingswissenschaftlich orientierten Literatur im Tanzbereich jedoch eher selten im Einzelnen untersucht, mit Ausnahme der Gleichgewichtsfähigkeit. Vereinzelt Untersuchungen befassen sich mit Themen wie der Muskelkoordination bei komplexen tänzerischen Bewegungen (Lepelley, Thullier, Koral, & Lestienne, 2006) oder der Bedeutung des visuellen Inputs für die Erhaltung des Gleichgewichts (Hugel, Cadopi, Kohler, & Perrin, 1999, Bruyneel, Measure, Paré, & Bertran, 2010).

Grundsätzlich ist eine gute Haltungskontrolle und Gleichgewichtsfähigkeit für Sportler sehr wichtig, nicht zuletzt aufgrund der Zusammenhänge zwischen hoher Gleichgewichtsfähigkeit und niedrigem Verletzungsrisiko (Mertz & Docherty, 2012). Speziell Tänzer benötigen eine außerordentlich gute Gleichgewichtsfähigkeit für häufige, oft einbeinige Gleichgewichtselemente (Kimmerle, 2010) auf dem Fußballen oder der Spitze, für jegliche Arten von Drehungen und Pirouetten (Lott & Laws, 2012) sowie für Sprünge bzw. Landungen, Hebefiguren und auch Bodenelemente. Kap. 2.1.1 gibt einen differenzierten Überblick über den aktuellen Forschungsstand bzgl. der Gleichgewichtsfähigkeit im Tanz.

Taktik

Taktische Fähigkeiten spielen im Tanz lediglich im sportlichen Kontext bzw. im Turnier und in der Vorbereitung darauf eine kleine Rolle. Taktische Aspekte finden sich hier im weiteren Sinne allenfalls im Bereich der Choreographie, der Musik- und Kostümauswahl, der stilistischen Gestaltung und auch in der Aufstellung der Tänzer in der Wettkampfchoreographie. Beim professionellen Bühnentanz sind taktische Fähigkeiten nicht von Bedeutung. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Taktik im Tanz existieren daher nicht.

Psyche bzw. Persönlichkeits- und Handlungskompetenz

Auch psycho-soziale Leistungs- und Verhaltenseigenschaften haben Einfluss auf die Leistungsfähigkeit im Tanz und werden hier auf vielfältige Weise beansprucht. Zu erwähnen sind diesbezüglich z.B. die Ausdrucksfähigkeit, Selbstbewusstsein, Kombinationsfähigkeit, Kreativität, Kritikfähigkeit (Rebel, 1991), Körperbewusstsein, Rhythmus- und Musikempfinden und Raumverständnis (Schabert, 1983). Auch spezielle Ängste wie z.B. das Lampenfieber bzw. Nervosität vor dem Gang auf die Bühne oder die Tanzfläche haben großen Einfluss auf die tänzerische Leistung (Koutedakis & Sharp, 1999). Laut einer Untersuchung von Baumann (2008) wird die Wichtigkeit der Psyche im Tanzsport zwar erkannt, jedoch im Training nicht entsprechend beachtet. Inwiefern die Persönlichkeits- und Handlungskompetenz im Tanz verstärkt wissenschaftlich thematisiert werden sollten, ist jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Sportartprofil des JMD

Schnabel, et al. (2011) definieren sportlichen Erfolg als „das Erreichen eines angestrebten sportlichen Ergebnisses, im Allgemeinen einer sportlichen Leistung, oder die subjektive Bewertung des objektiven Leistungsvollzugs und -ergebnisses im unmittelbaren Leistungserleben“ (S. 41). Das angestrebte Ziel in einem JMD-Turnier ist es, auf Basis der Wertungsrichtlinien (siehe oben) als beste Formation bewertet zu werden bzw. eine möglichst hohe Platzierung zu erreichen. Dabei geht es in erster Linie darum, die selbst gewählte Musik bestmöglich in Bewegung und Choreographie umzusetzen und diese zum Turnier mit möglichst perfekter Technik und mit Ausdruck zu tanzen. Die vier Einzelturniere werden über einen Zeitraum von vier bis fünf Monaten innerhalb der ersten Jahreshälfte ausgetragen. Die Bewertung erfolgt durch fünf lizenzierte Wertungsrichter mithilfe des in der Turnier- und Sportordnung (TSO) des JMD festgeschriebenen Wertungssystems.

Die Wettkampfhandlungen, in diesem Fall die tänzerischen Kompositionen oder Choreographien, werden bei Formationsturnieren mit mindestens sechs und maximal 12 Tänzern gezeigt und bei Turnieren mit sogenannten Small Groups mit mindestens drei und maximal sieben Tänzern. Die Tanzfläche beträgt dabei laut der TSO des Deutschen Tanzsportverbandes e.V. von 2013 (DTV, 2013) bei Bundesligaturnieren und der Deutschen Meisterschaft mindestens 200m² und in

allen anderen Ligen mindestens 180m², wobei keine Seitenlänge unter 12 m liegen darf (DTV, 2013). In der Regel dürfen in der 1. BL höchstens 10 und in der 2. BL und der RL höchstens 12 Formationen in einem Turnier gegeneinander antreten. Die Dauer eines Tanzes muss bei Small Groups 2:30-3:00 min und bei Formationen 3:00-4:00 min betragen. Im Tanz dürfen und sollten Hebefiguren, d.h. Figuren, bei denen eine Person mit Unterstützung einer anderen vom Boden abgehoben wird, enthalten sein - eine dritte Person darf nicht an der Hebeaktion beteiligt sein. Dies wird im Modern Dance auch als Partnering bezeichnet (Angioi, Metsios, Twitchett, et al., 2009). Auch Akrobatik ist zulässig, wenn sie ohne Hilfe durch eine andere Person durchgeführt wird. Die Wertung erfolgt entsprechend der TSO in der Vor- bzw. Zwischenrunde durch eine geschlossene Auswahlwertung durch Plus- und Kreuzzeichen und bei End-, Platzierungs- und Stichrunden mithilfe einer offenen Platzwertung. Die Wertungsrichter bestimmen selbständig ihren Standort - dieser muss gegenüber der Tanzfläche erhöht und an der Frontseite liegen.

Es gibt laut (DTV, 2008) im JMD vier große Wertungsgebiete (vgl. auch Abb. 1.4)

- Präsentation
- Musikalität
- Technik
- Choreographie

Zur **Präsentation** gehören laut (DTV, 2008) u.a. die Ausdrucksfähigkeit der Gruppe, insbesondere Ausstrahlung und Dynamik, "erkennbares" Verständigen untereinander, Sicherheit der Darbietung und Reaktionsschnelligkeit bei unvorhergesehenen Vorfällen während des Tanzes. Dies beinhaltet auch die Durchgängigkeit des Tanzes und tänzerische Geschlossenheit mittels Musik-, Bilder- und/oder Tempowechsel ohne Brüche. Das Musikthema kann hierbei auch wechseln und sollte u.a. auch durch neue Bewegungsarten gekennzeichnet sein. Auch die „erkennbar gezeigte Lebensfreude“ (DTV, 2008, S. 20) gilt als wichtiger Aspekt für den gesamten tänzerischen Ausdruck einer Formation.

Im Wertungsgebiet **Musikalität** ist es insbesondere von Bedeutung, ob alle Formationsmitglieder Takt und Grundrhythmus der jeweiligen Musik richtig interpretieren und gemeinsam rhythmisch tanzen und ob die Darstellung zu den

einzelnen Musikteilen passt. Insofern sollten z.B. stark rhythmische Teile eher stationär bzw. räumlich progressiv, stark dynamische eher expressiv und ruhigere Teile eher verhalten getanzt werden. Wobei hier anzumerken ist, dass es von besonderer choreographischer Spannung sein kann, gezielt auch entgegen dieser Formen zu arbeiten. Im Modern Dance wie auch der modernen Kunst hat gerade das Abweichen vom Standard und von stark traditionellen Auffassungen seinen besonderen Reiz.. Auch der Wiedererkennungswert einer Formation kann so unterstützt werden. Grundsätzlich dient die jeweilige Interpretation der Musik vor allem dazu, den Charakter und die Inhalte des jeweiligen Tanzes umzusetzen und auszudrücken. Es kann sich dabei um ein zusammenhängendes Musikstück oder auch um verschiedene selbständig zusammengeschnittene Musikteile handeln. Hierbei muss es sich nicht um reine Instrumentalmusik handeln, wie es beispielsweise in der RSG festgelegt ist (Schwabowski, et al., 1992), alle Musikrichtungen, sogar reine Sprache ohne Melodie sind im JMD möglich.

Die **Technik** umfasst viele Teilbereiche, da es eine Vielfalt an Tanztechniken aus dem Jazzdance und dem Modern Dance gibt, die im JMD enthalten sein können. So müssen laut dem DTV (2008) vorrangig vor allem der Stand der koordinativen und motorischen Fähigkeiten und der Beweglichkeit der Formationsmitglieder der jeweiligen Formationen bewertet und miteinander verglichen werden. Zur Technik gehören u.a. die korrekte Bewegungsausführung, also klar erkennbare Elemente und die jeweilige Gleichheit der Gruppe. Eine von allen Tänzerinnen korrekt ausgeführte Einfachdrehung ist hier laut DTV (2008) höher zu bewerten als eine technisch unsauber ausgeführte bzw. nicht synchrone Doppeldrehung. Wobei auch hier angemerkt werden muss, dass es von der Choreographie abhängig ist, ob überhaupt alle Tänzer zeitgleich dieselbe Drehung zeigen. Des Weiteren sind der Schwierigkeitsgrad des Tanzes und eine konstante Leistung wichtige Bereiche der Technik. Es sollte keinen erkennbaren Leistungsabfall gegen Ende des Tanzes geben. Weitere technische Schwerpunkte sind u.a. die spezifische Arm- und Fußtechnik, Dreh- und Sprungtechnik, Isolationstechnik sowie Technik bei Partnering-Elementen und Hebefiguren.

Im Wertungsgebiet **Choreographie** ist die Festlegung auf konkrete Inhalte, Bilder oder Formen nicht zwingend. Dies würde den künstlerischen Freiraum möglicher choreographischer Ideen unnötig einengen und erstarren lassen. Sollten jedoch

bestimmte Bilder oder Formationen als Darstellungsform eingesetzt werden, müssen diese auch in ihrer Eigenart erkennbar sein. Symmetrische wie unsymmetrische Bilder sollten gut lesbar sein. Auch die gesamte zur Verfügung stehende Tanzfläche und die Vielfalt der gewählten Formen auf der Fläche sollten choreographisch genutzt werden.

Die vier genannten Wertungsgebiete sind im Wettkampftanz die Teilleistungen (Schnabel, et al., 2011), aus denen sich die Gesamtleistung zusammensetzt. Des Weiteren zeigt sich in den einzelnen Wertungsgebieten, dass im JMD neben individuellen auch kooperative bzw. kollektive Leistungen von Bedeutung sind (Schnabel, et al., 2011).

Im Allgemeinen sollte die Bewertung durch die Wertungsrichter so objektiv wie möglich erfolgen. Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Bewertung erfolgt jedoch trotz allem auf subjektiver Ebene bzw. nach eher künstlerischen Gesichtspunkten. Nicht zuletzt aus diesem Grund soll hier zumindest der objektiv bewertbare Anteil des Tanzes einer genaueren Betrachtung unterzogen werden. So kann u.a. eine gewisse Transparenz und Vergleichbarkeit in der Bewertung gewährleistet werden.

Es zeigt sich, dass die weiter oben dargelegten Leistungsvoraussetzungen im JMD in unterschiedlicher Form die Güte der Teilleistungen Präsentation, Musikalität, Technik und Choreographie und somit der Gesamtleistung beeinflussen. „Ein Training, das auf bestimmte sportliche Leistungen gerichtet ist, muss sich wesentlich an [diesen] erforderlichen Leistungsvoraussetzungen orientieren“ (Schnabel, et al., 2011, S. 44). Das Leistungssystem wird bestimmt durch den inneren Aufbau der sportlichen Leistung aus bestimmenden Elementen und ihren Wechselbeziehungen (Schnabel, et al., 2011). Bestimmende Elemente sind zum einen die Leistungskomponenten des aktuellen Leistungsvollzuges und zum anderen die LF und die sie konstituierenden LV. Leistungskomponenten sind die Teilleistungen und Teilprozesse, die in Kennwerten, Kennlinien und Merkmalen ausgedrückt werden und bestimmte komplexere Charakteristika wie Inhalt, Komposition und Choreographie (Schnabel, et al., 2011). Schwabowski, et al. (1992) differenzieren in der Rhythmischen Sportgymnastik auch leistungskennzeichnende Merkmale der Wettkampfübung im aktuellen

Leistungsvollzug und leistungsvoraussetzende Merkmale der Wettkampfübung, welche durch Training anzusteuern sind.

Obgleich die LV im Tanz bzw. JMD prinzipiell bekannt sind und in diesem Abschnitt in Ansätzen dargestellt wurden, so ist damit doch der Komplex des Leistungssystems im JMD noch nicht differenziert aufgezeigt. Abb. 1.4 stellt in Anlehnung an die Rhythmische Sportgymnastik einen ersten Versuch dar, das Leistungssystem im JMD zu charakterisieren, allerdings ohne konkrete systematische Bezüge zwischen leistungskennzeichnenden und leistungsvoraussetzenden Merkmalen, da hierfür noch die sportartspezifischen wissenschaftlichen Grundlagen fehlen. Die äußeren (apersonalen) LV des JMD (siehe oben) sowie der Bereich der Konstitution wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit in der Abbildung ausgelassen. Die leistungskennzeichnenden Merkmale der Wettkampfübung (Schwabowski, et al., 1992) bzw. in diesem Fall der Choreographie sind gleichbedeutend mit den vier Wertungsgebieten im JMD - Präsentation, Musikalität, Technik, Choreographie. Speziell der hier als „allgemeine konditionell-kordinative Leistungsvoraussetzungen“ bezeichnete Bereich soll Thema dieser Arbeit sein. Angesichts der hohen bzw. steigenden Leistungsanforderungen im JMD (siehe oben, „Videoanalyse“) sollen die Schwerpunkte hierbei insbesondere auf den Gleichgewichts- und den Krafftähigkeiten liegen.

Ein darauffolgender Überblick über das Training im JMD (siehe unten) gibt die wesentlichen Inhalte und bestehende Formen des Trainingsaufbaus wieder.

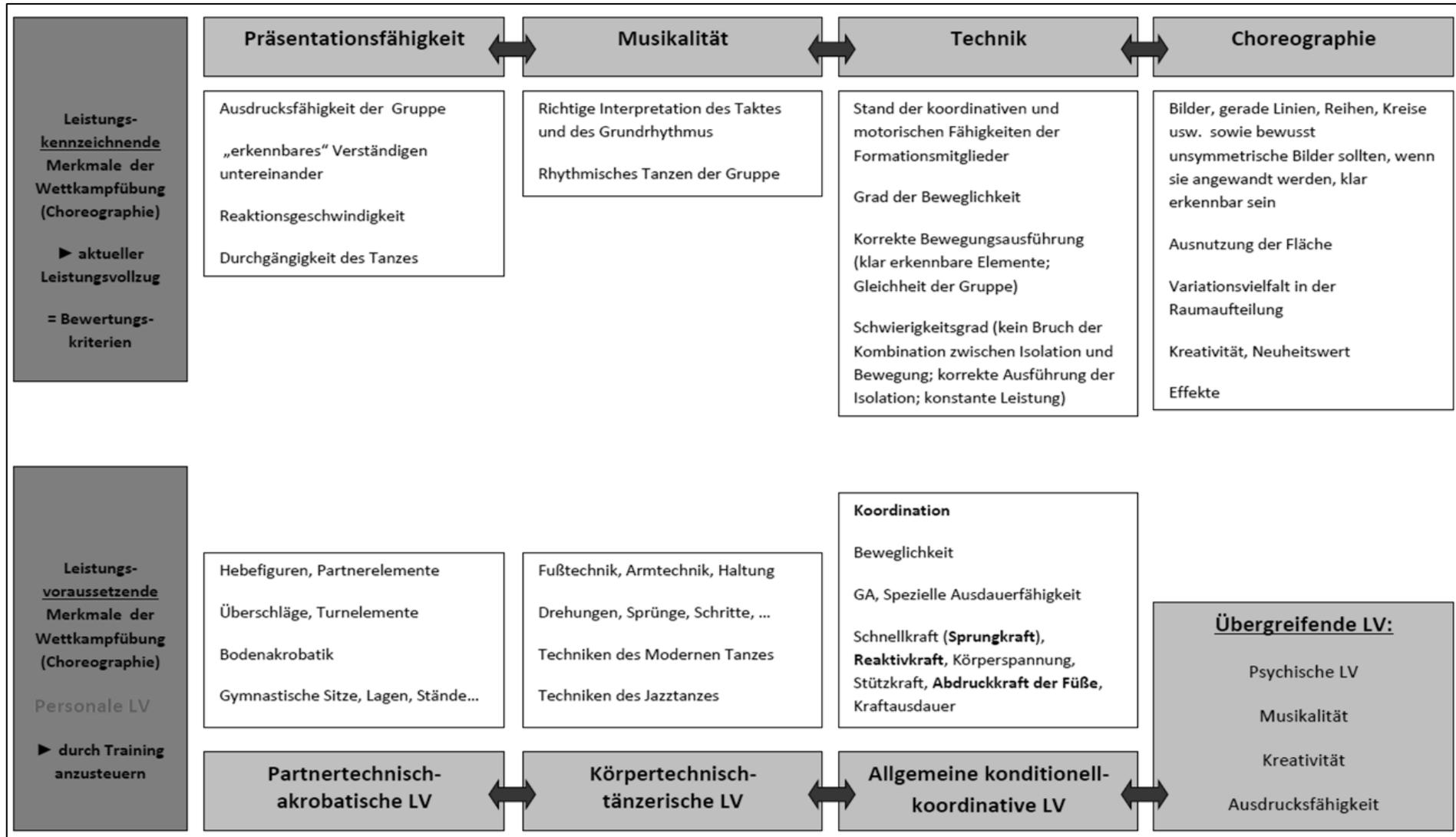


Abb. 1.4: Leistungssystem im JMD - ohne apersonale Leistungsvoraussetzungen (LV), ohne Konstitution; in Anlehnung an Schwabowski, et al. (1992)

Training im Jazz- und Modern Dance

Grundsätzlich muss hier betont werden, dass das Training im Tanz sehr unterschiedlich aufgebaut und gestaltet sein kann, je nachdem, welche Schwerpunkte der Trainer setzt und welche Ausbildung er genossen hat. Da der JMD eine Kombination aus zwei Stilrichtungen darstellt, fließen Trainingsformen und -inhalte aus dem Jazzdance und dem Modern Dance in das Training ein. Grundsätzlich muss hier betont werden, dass ein herkömmliche Tanztraining vorrangig der Technik gewidmet ist und die Entwicklung wesentlicher konditioneller und koordinativer Fähigkeiten zum Teil noch wenig fokussiert wird (Brown, et al., 2007). Rafferty (2010) betont, dass ein vielseitiges Training nötig ist, um alle Komponenten der sportlich-tänzerischen Leistungsfähigkeit anzusprechen. Die Autoren benennen diesbezüglich die aerobe und anaerobe Ausdauer, Explosivkraft, Beweglichkeit und koordinative Fähigkeiten wie z.B. Gleichgewicht sowie technische Fertigkeiten. Rafferty (2010) stellen hier insbesondere die Wichtigkeit eines ausgewogenen Trainings anstelle einer Vernachlässigung bzw. Überbewertung einzelner LV, wie z.B. der Beweglichkeit, heraus.

Für den Jazzdance empfiehlt Wessel-Therhorn (2004) bezüglich des Unterrichts- bzw. Trainingsaufbaus eine Einteilung in sieben wesentliche Teile - Center Work 1, Floor Work 1, Barre, Floor Work 2, Center Work 2/ Isolation, Across the Floor, Abschluss (Tab. 1.3).

Tab. 1.3: *Stundenaufbau im Jazzdance nach Wessel-Therhorn (2004)*

Center Work 1	Aufwärmung, Einstimmung, Haltungsaufbau mit Ganzkörperbewegungen im Stand
Floor Work 1	erste Bodenarbeit, Übungsinhalte: Einheit von Atmung und Bewegung, Flexibilität, Beuge-Streck-Koordination der Beine, Contractions (Kontraktionsbewegungen in Oberkörper)
Barre	Dehnübungen (passiv, aktiv, statisch, dynamisch) und Techniktraining für Turns (einbeinige Drehungen), Lay Outs (Bewegungen außerhalb der Längsachse), Falls (Fallbewegungen) mit Gleichgewichtsunterstützung an der Stange
Floor Work 2	Zweite Bodenarbeit, primär für Kraftentwicklung der Rumpf- und Beinmuskulatur, Vorbereitung tänzerischer Beinhaltungen und -gesten
Center Work 2, Isolation	Entwicklung und Vervollkommnung von Balance- und Drehfähigkeit, Isolationstechnik
Across the Floor	Arbeit durch den Raum über die Diagonale oder durch die Mitte, Üben von Schritt-, Sprung- und Drehkombinationen in rhythmischen Einsätzen
Abschluss	aktive Entspannung, z.B. lockeres Ausschwingen, Ab- und Aufrollen, Atemübungen mit Körperzusammenzug und Aufrichtung

Grundsätzlich schließt sich an das oben beschriebene Training im JMD die konkrete Choreographie-Arbeit an, welche wiederum im vorhergehenden Training mit speziellen Schritt-, Dreh- oder Sprungfolgen, insbesondere Across the floor vorbereitet werden sollte. Dieser wesentliche Teil müsste bei Wessel-Therhorn (2004) zwischen dem sechsten und siebten Stundenteil (Tab. 1.3) ergänzend eingefügt werden. Weitere Optionen für den Stundenaufbau im Jazzdance finden sich u.a. bei Günther (2005) oder Schabert (1988). Das grundsätzliche Verständnis der Trainingsinhalte bleibt hierbei gleich, die jeweiligen Schwerpunkte und die Reihenfolge der Übungsinhalte legt jedoch der Tanzpädagoge individuell fest. Was eindeutig aus der Literatur hervorgeht, ist die Bedeutung einzelner Abschnitte und Inhalte des tänzerischen Trainings. Hierzu gehören:

- das Arbeiten frei im Raum und an der Stange, insofern diese vorhanden ist,
- Beweglichkeitstraining,
- Gleichgewichts- und Haltungsübungen,
- Arm- und Fußtechnik,
- Beintechnik, Pliés und Sprünge,
- Drehungen,
- tanzspezifische Kraftübungen, insbesondere für Rumpf und Beine,
- Isolationstechnik,
- Schritt-, Sprung- und Drehfolgen durch den Raum,
- Training tanzspezifischer Techniken.

Zu letzterem muss erwähnt werden, dass insbesondere die Arm- und Fußtechnik, Drehtechnik und weitere Bewegungstechniken des Tanzes permanent in das gesamte Training einfließen und meist gezielt mittrainiert werden bzw. dabei gar nicht außer Acht gelassen werden könnten. Beispielsweise wird bei Übungen zur Drehtechnik, zur Balance oder zur Beinarbeit in der Regel auch die Armtechnik mittrainiert. Des Weiteren werden die Übungen generell mit verschiedener Musik ausgeführt, mit instrumentaler Begleitung oder auch gezielt ohne Musik.

Für den Modern Dance bestehen vielfältige Konzepte, die entwicklungsgeschichtlich unterschiedliche Schwerpunkte haben. Hierzu wird u.a. auf Diehl & Lampert (2011) und auf Fleischle-Braun (2000) verwiesen. Der Trainingsaufbau im Modern Dance ähnelt in vielen Punkten dem Training im

Jazzdance, wobei im Modern Dance die Inhalte und Abfolgen je nach Konzept aufgrund der bereits beschriebenen Vielfalt moderner Tanztechniken in Abhängigkeit vom jeweiligen Vertreter oder Tanzpädagogen noch wesentlich weiter auseinandergehen können. Wie unterschiedlich und vielseitig diese Techniken auch mit den bestehenden tanzpädagogischen Institutionen in Europa sind, zeigt sich u.a. im „Tanzplan Deutschland 2010“ (Diehl & Lampert, 2011). Mithilfe von 180 Teilnehmern an sieben Hochschulen konnten hier die unterschiedlichen Praxismodelle einzelner Pädagogen im Bereich des zeitgenössischen Tanzes (vgl. Modern Dance) untersucht werden.

Ungeachtet der vielseitigen Möglichkeiten, tänzerische Technik und Bewegungsprinzipien zu vermitteln, ist speziell der JMD jedoch in erster Linie eine Sportart mit Wettkampfcharakter, die Jazzdance und Modern Dance in sich vereint. Die speziellen Leistungsvoraussetzungen im konditionellen und koordinativen Bereich für diese Sportart müssen gezielt und strukturiert entwickelt werden. Ein entsprechendes Training erfordert eine einheitliche Grundlage und eindeutig formulierte Trainingsinhalte- und -ziele. In den bestehenden Vorschlägen zum Aufbau und zu Inhalten tänzerischen Trainings (siehe oben) kommen neue trainingswissenschaftliche Erkenntnisse im Tanz noch kaum zum Tragen. Ein einheitlicher, methodisch fundierter Trainingsplan mit tanzspezifischen Empfehlungen speziell für den Wettkampfsport JMD existiert bisher nicht.

Eine Orientierung bieten bisher die Lehrinhalte der einzelnen Lizenzen im JMD. Es ist die Möglichkeit, Trainer-Lizenzen wie den „Sportassistenten Jazz- und Modern Dance“ oder den „C-Trainer im Jazz- und Modern Dance“ zu erwerben. Die Inhalte für die C-Trainerausbildung sind in folgende Schwerpunktfächer und Unterrichtseinheiten untergliedert (Abb. 1.5):

Ausbildungsfächer		Unterrichtseinheiten	
1.	Sportorganisation - Verwaltung	6	
2.	Pädagogik - Psychologie		26
3.	Biologie - Sportmedizin	24	
4.	Bewegungslehre - Trainingslehre	9	
5.	Tanzsport		75
		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 140	

Abb. 1.5: Ausbildungsfächer und Unterrichtseinheiten für Trainer/innen C im JMD im Bereich des DTV (DTV)

Es ist deutlich erkennbar, dass der Bereich der „Bewegungslehre - Trainingslehre“ zusammen mit der „Sportorganisation - Verwaltung“ den zeitmäßig kleinsten Anteil der Ausbildung zum C-Trainer im JMD einnimmt (Abb. 1.5). Es werden in verschiedenen anderen Abschnitten Begrifflichkeiten und Inhalte aus der Trainingswissenschaft behandelt, allerdings erscheint die dafür vorgesehene Unterrichtszeit im Vergleich zur gesamten Ausbildung eher knapp bemessen.

Im Ausbildungsfach 3 „Biologie - Sportmedizin“ (Abb. 1.5) ist z.B. der Schwerpunkt „Trainingseffekte (Biologische Grundlagen für das Training der motorischen Abläufe, Eigenschaften bzw. Hauptbeanspruchungsformen. Koordination, Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer, Beweglichkeit und Gleichgewicht)“ enthalten, der folgende Inhalte der Trainingswissenschaft zumindest mit jeweils einer Unterrichtseinheit (UE) thematisiert:

- Trainierbarkeit des Kreislaufsystems und der Muskulatur darstellen,
- Übungsprogramme, die Ausdauer, Beweglichkeit, Koordination und Geschicklichkeit fördern gruppengerecht auswählen,
- Trainingswirkungen feststellen und auswerten, Messgrößen (Pulsfrequenz, Blutdruckwerte) definieren.

Ein weiterer Schwerpunkt in diesem Ausbildungsfach ist der Bereich „Leistungsanforderung - Leistungsbereitschaft (Körperliche Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit von äußeren Faktoren, wie Klima, Tageszeit, Hygiene, Ernährung sowie von inneren Faktoren, wie Lebensalter, Geschlecht, Psyche etc. erfassen und beurteilen können)“. Die Inhalte hierzu sind bis auf den letzten Abschnitt mit jeweils einer halben UE vorgesehen und gliedern sich wie folgt:

- körperliches Leistungsvermögen der Gruppe erfassen und beurteilen,
- das von inneren Faktoren abhängige individuelle Leistungshoch der einzelnen Trainingsteilnehmer erkennen und für den Wettkampf berücksichtigen,
- Zusammenhang zwischen Leistungsfähigkeit einerseits sowie Alter, Geschlecht u. Trainingsmangel andererseits erfassen und berücksichtigen,
- Daten der individuellen Leistungsfähigkeit (Normal- und Idealgewicht, Pulsfrequenz) erfassen und berücksichtigen,
- Ausmaß und Dauer von Belastungen abstimmen,

- Anzeichen von Überanstrengung erkennen,
- sporthygienische Maßnahmen berücksichtigen und vermitteln,
- Begriff "Doping" definieren sowie die Gefahren des Dopings und seine schädlichen Auswirkungen aufzeigen,
- die wichtigsten Stationen der körperlichen Entwicklung und die Zusammenhänge zwischen der Entwicklungsstufe und der körperlichen Leistungsfähigkeit und Trainierbarkeit im Kinder- und Jugendalter erläutern (2 UE).

Als letztes ist der Schwerpunkt „Wettkampfvoraussetzungen“ im Ausbildungsfach 3 „Biologie - Sportmedizin“ zu nennen, ein aus trainingswissenschaftlicher Sicht wesentlicher Bereich. Er enthält folgende Punkte:

- persönliches Verhalten im Wettkampf sowie Einflüsse durch äußere Verhältnisse (½ UE),
- die von besonderen Raumverhältnissen ausgehenden und speziell bei Turnieren auftretenden positiven und negativen Einflüsse auf das Leistungsvermögen erkennen (½ UE),
- Wege zum Erreichen optimaler Leistungsfähigkeit/ Motivation sowie der Nutzung von Wettkampfpausen aufzeigen und sie anhand sportmedizinischer Erkenntnisse erläutern (½ UE).

Das eigentliche Ausbildungsfach 4 „Bewegungslehre - Trainingslehre“ thematisiert folgende Schwerpunkte und Inhalte mit entsprechenden Unterrichtseinheiten (UE):

„Grundlagen der allgemeinen Bewegungskoordination“:

- Gesetzmäßigkeiten und Merkmale der motorischen Entwicklung des Menschen kennen und anwenden (1 UE),
- Abläufe motorischer Prozesse erläutern (1 UE),
- Fragestellungen und Anwendungsgebiete der Biomechanik des Sports erläutern können. (1 UE).

„Koordination tanzspezifischer Bewegungen“:

- Hauptmerkmale des Jazz Dance (1 UE),
- Hauptmerkmale des Modern Dance (1 UE),

- da die Tanztechniken des Jazzdance und des Modern Dance nicht immer klar abgrenzbar, d.h., die Grenzen fließend sind, sollen die grundsätzlichen Unterschiede bekannt sein.

„Charakterisierung von Lernphasen und Trainerkorrektur“:

- Bewegungselemente und Komplexbewegungen mediengestützt beschreiben (1 UE),
- Fehlerhafte Bewegungselemente in ihrer Handlungsstruktur erkennen und in ihren Grundlagen korrigieren (1 UE).

„Grundsätze des Trainings“ (Aufgaben und Ziele des Trainings, Trainingsinhalte, leistungsbestimmende Fähigkeiten):

- Grundsätze des Trainings (Belastungssteigerung, Belastung und Erholung (1 UE),
- in einer Trainingseinheit in Mikro- und Makrozyklen, ganzjährige Belastung/Periodisierung) darstellen und verarbeiten (1 UE),
- Entwicklung der sportlichen Fähigkeiten erläutern und unter Berücksichtigung des Entwicklungsstandes das Training der konditionellen und technischen Fähigkeiten langfristig durch individuelle Trainingsprogramme realisieren (½ UE),
- Training aufgrund von Lern- und Erfolgskontrollen auswerten, Folgerungen für weitere Trainingseinheiten bzw. Mikrozyklen ziehen und einen langfristig gegliederten Trainingsplan aufstellen (½ UE).

Aus den Trainingsinhalten der C-Trainer-Ausbildung geht hervor, dass Begrifflichkeiten und Inhalte der Trainingswissenschaft in die Ausbildung von Trainern im JMD einfließen, jedoch noch Potential besteht, diese auszuweiten bzw. zu differenzieren. Die letztendliche Gestaltung des Trainings der wesentlichen Leistungsvoraussetzungen bleibt dem Trainer überlassen. Ein einheitliches System, die einzelnen Leistungsanforderungen betreffend, existiert bisher nicht.

In Bezug auf die saisonale Vorbereitung von Tänzern betonen (M. Wyon, 2010), dass insbesondere professionelle Bühnentänzer von einer gezielten Trainingsperiodisierung profitieren können, u.a. um den Ursachen häufiger

Verletzungen, Überbelastung und Übertraining entgegen zu wirken. Außerdem könne so die Leistung deutlich verbessert werden. Die Beanspruchung im Training muss spezifische Ziele haben und entsprechend auf die jeweiligen Leistungsanforderungen ausgerichtet sein (Wyon, 2010). Ein individuell angepasstes Training sollte sich auch im Tanz an den jeweiligen Voraussetzungen des Tänzers orientieren, um Anpassungserscheinungen durch Training sowie eine mögliche Überkompensation zu erreichen. Insbesondere im JMD sollte eine gezielte Periodisierung des Trainings anhand der frühzeitig feststehenden Wettkampftermine für eine optimale Leistungsentwicklung nutzbar gemacht werden, wenn im JMD auch die konkreten Inhalte und die Güte der Umsetzung im Training wahrscheinlichen eher dominant sind. Hierbei müssen die einzelnen Leistungskomponenten und ihre Adaptiondauer (Wyon, 2010), sowie die Zeit zum Erlernen der neuen Choreographie und damit neuer Techniken, Schritte und Hebfiguren einbezogen werden. Tab. 1.4 gibt einen groben Überblick über die Jahreseinteilung im Tanzsport JMD.

Tab. 1.4: *Jahreseinteilung im JMD (in Anlehnung an Frey & Hildenbrandt, 2002 und Schnabel, et al., 2011); Anm.: die einzelnen Teilbereiche gehen z.T. fließend ineinander über, die Trennung dient hier der besseren Übersichtlichkeit*

August-September	September-Dezember	Januar-Februar	Februar-Mai	Mai-Juni	Juli
Training grundlegender Fähigkeiten + Fertigkeiten	Entwicklung, Erlernen der neuen WK-Choreographie	Wettkampf-Vorbereitung,	Wettkampfzeit (ca. alle 4-6 Wochen ein Turnier)	ggf. Vorbereitung auf DM	Pause, Ausgleichstraining
Vorbereitungsperiode (Aufbau allgemeine konditionelle Basis, Betonung auf Belastungsumfang) (Frey & Hildenbrandt, 2002)			Wettkampfperiode (Ausbau spezieller Kondition auf der Grundlage vorhandener allgemeiner Voraussetzungen, Steigerung der Intensitäten, verstärkte Technischulung) (Frey & Hildenbrandt, 2002)		Übergang (deutliche Entlastung, Regeneration) (Frey & Hildenbrandt, 2002)

Wyon, Thacker, & Went (2001) haben weiterhin festgestellt, dass ein gezielter Einsatz eines Taperings, d.h. eine Reduzierung der Trainingsbelastung in der Woche vor einer großen Auftrittszeit psychologisch positive Auswirkungen auf die Tänzer hat. Im JMD könnte ein Tapering vor einem Turnier ebenfalls die Wettkampfleistung erhöhen. Konkrete Periodisierungsvorschläge für den JMD existieren vorerst nicht. Diese könnten aufbauend auf dem zu entwickelnden Leistungssystem erstellt werden.

Insbesondere wegen der gestiegenen Anforderungen an die Tänzer und nicht zuletzt gerade wegen der Vielseitigkeit der tänzerischen und sportlichen Einflüsse im JMD (siehe oben) ist es notwendig, die bestehenden Erkenntnisse und Methoden durch eine systematische Analyse konkreter Leistungsvoraussetzungen zu erweitern. Dabei soll die Freiheit des Tanzes, des Tanzpädagogen und der Choreographie nicht dezimiert werden. Die trainingswissenschaftliche Analyse soll vielmehr dazu beitragen, sportliche Aspekte des JMD aufzuzeigen. Darauf aufbauend können trainingswissenschaftliche Methoden in den JMD integriert werden, so dass die künstlerischen Anforderungen nicht nur erhalten, sondern erweitert werden können. Die Tänzer sollen gesund und leistungsstark bleiben und ihre individuellen Leistungsfähigkeiten und Fertigkeiten weiter entwickeln.

Im folgenden Abschnitt wird auf den aktuellen Forschungsstand im Tanz und Tanzsport im Allgemeinen und auf Erkenntnisse, die die Sprungkraft und das Gleichgewicht im Tanz betreffen im Speziellen eingegangen.

2 Forschungsstand

„Tanztechniken und neue Tanzschritte entstehen durch praktisches Ausprobieren - Versuch und Irrtum, Austesten und Verwerfen“ (Simmel, 2009, S. 229). Das Tanztraining basiert zum Teil noch immer vor allem auf praktischer Erfahrung sowie veralteten und stark von Traditionen geprägten Erkenntnissen bzw. persönlich erlebten Vorgehensweisen in Übungs- u. Trainingsprozessen. Die Leistungsstruktur im internationalen Tanzsport sowie auch beim Bühnentanz hat sich verändert, sporttechnische Anforderungen und die Belastungen sind enorm gestiegen (Wyon, 2010). Die Professionalität des Trainings in Deutschland hängt jedoch der Entwicklung aus sportwissenschaftlicher Sicht hinterher (Simmel, 2009). Abb. 2.1 verdeutlicht den sehr kleinen Anteil von wissenschaftlich bewährtem Wissen der Trainingslehre am tänzerischen Training.



Abb. 2.1: Zusammenspiel und Schnittmenge von Trainingswissenschaft, Trainingslehre und Tanzpraxis (Simmel, 2009) nach Hohmann, et al. (2007)

Im Folgenden wird ein Überblick über aktuelle Forschungsfelder und Entwicklungen sowie über bestehende trainingswissenschaftliche Ansätze in der Tanzforschung- und Tanzmedizin gegeben.

Bzgl. des Tanzsports und des Bühnentanzes, sei es Jazzdance, Modern Dance oder Ballett zeigt sich eine recht begrenzte Auswahl an wissenschaftlich fundierter

Literatur, die zudem noch sehr einseitigen Betrachtungsweisen unterliegt. Die Mehrzahl der aktuelleren Publikationen befasst sich mit dem professionellen Bühnentanz, insbesondere dem Ballett (Eliakim, et al., 2000, Huwyler, 1984, Nielsen, Crone, & Hultbron, 1993, Schantz & Astrand, 1984, Simmons, 2005b, Golomer, Dupui, & Monod, 1997, Golomer, Toussaintc, Bouilletteb, & Kellerb, 2009, Koutedakis et al., 1999, Liederbach & Hiebert, 1997, Liederbach, Dilgen, & Rose, 2008, Trepman et al., 1994, Trepman, Gellman, Micheli, & De Luca, 1998, Koutedakis & Sharp, 1999) weniger mit Modern Dance (Koutedakis et al., 2007, Dickson, et al., 2012, Fuhrmann, Brayer, Andrus, & McIntosh, 2010, Liederbach, et al., 2008, Ojofeitimi & Bronner, 2011, Shah, Weiss, & Burchette, 2012, Trepman, et al., 1994, Trepman, et al., 1998) und nur in Ansätzen mit dem Jazzdance (Alpert et al., 2009).

Die Schwerpunkte liegen auf tanzmedizinischem Gebiet, insbesondere in den Bereichen Verletzungen und Verletzungsgenese (Jacobs, Hincapié, & Cassidy, 2012, Nowacki, Air, & Rietveld, 2012, Shah, et al., 2012, Verletzungsprophylaxe Beckmann Kline, Krauss, Maher, & Qu, 2013, Ojofeitimi & Bronner, 2011) sowie Rehabilitation nach tanztypischen Verletzungen oder Abnutzungserscheinungen (Liederbach, 2000, Liederbach, et al., 2008, Luke et al., 2002, Seidler, 2011, Twitchett, 2009, Roberts, Nelson, & McKenzie, 2012, Shah, et al., 2012, Echegoyen, Acuña, & Rodríguez, 2010, Fuhrmann, et al., 2010, Hincapié, Morton, & Cassidy, 2008, Baumann, Thomas, & von Salis-Soglio, 2001, Beckmann Kline, et al., 2013, Chessin, 2012).

Die wenigen Arbeiten mit trainingswissenschaftlichem oder biomechanischem Ansatz befassen sich mit:

- dem physiologischen Profil von Tänzern im Allgemeinen (Koutedakis & Jamurtas, 2004, Koutedakis, et al., 1999, Twitchett, et al., 2009, Pekkarinen, Litmanen, & Mahlamäki, 1989, Angioi, Metsios, Koutedakis, et al., 2009),
- Energiehaushalt und Energiebereitstellung (Wyon & Koutedakis, 2013, Guidetti, Emerenziani, Gallotta, & Baldari, 2007, Wyon & Koutedakis, 2013),

- muskulärer Ansteuerung bei spezifischen Bewegungen (Trepman, et al., 1994, Trepman, et al., 1998),
- muskulärer Ermüdung im Tanz (Wyon & Koutedakis, 2013)
- speziellen technischen Aspekten des Tanzes (Trepman, et al., 1994, Trepman, et al., 1998), z.B. von Drehungen (Lott & Laws, 2012),
- speziellen LF wie Kraft (Hamilton, et al., 1992, Koutedakis & Sharp, 2004, Westblad, Tsai-Felländer, & Johansson, 1995, Beckmann Kline, et al., 2013), insbesondere Sprungkraft (Morrin & Redding, 2013), Gleichgewicht (Morrin & Redding, 2013), aerobe bzw. anaerobe Ausdauer (Koutedakis, et al., 2007, White, Philpot, Green, & Bemben, 2004, Wyon, Head, Sharp, & Redding, 2002) oder Beweglichkeit bzw. ROM (Gupta, et al., 2004, Hamilton, et al., 1992, Steinberg, et al., 2006, Morrin & Redding, 2013) im Tanz,
- verschiedenen Dehnmethoden (Morrin & Redding, 2013, Deighan, 2005).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass einige trainingswissenschaftliche Bereiche im Tanz bereits erforscht werden und dass insbesondere die Tanzmedizin und die Verletzungsprophylaxe für professionelle Bühnentänzer (Ballett) im Mittelpunkt der Bemühungen stehen. Hier werden bereits trainings- und allgemein sportwissenschaftliche Erkenntnisse genutzt und in Hinblick auf tanzspezifische Belange überprüft.

Der JMD als eigenständige Wettkampfsportart findet bisher keine Beachtung in der wissenschaftlichen Literatur. Es liegen hier keine trainingswissenschaftlichen Untersuchungen vor. Insbesondere die in der Einleitung betonten gestiegenen Anforderungen im Wettkampftanz erfordern verstärkt Untersuchungen zum Thema. Es lassen sich lediglich einige der Erkenntnisse aus den bestehenden Publikationen zum professionellen Ballett oder Modern Dance auch auf den JMD übertragen. Spezifische Inhalte und Besonderheiten des JMD als Wettkampfsportart sind jedoch noch weitgehend unerforscht und erfordern sportartspezifische Untersuchungen, um das Leistungssystem zu charakterisieren und adäquate Trainingsmethoden zu formulieren. Nicht zuletzt dient dies auch der Verletzungsprophylaxe in dieser Sportart, ein Aspekt, der letzten Endes auch die Forschung im professionellen Bühnentanz in den vergangenen Jahrzehnten vorangetrieben und dabei ein Umdenken im gesamten Trainingssystem angeregt

hat. Deshalb wird auf die Vielfalt sowie die Schwächen und Stärken sogenannter (tanz)medizinischer Screenings (Liederbach, Hagins, Gamboa, & Welsh, 2012) hingewiesen. Prinzipiell sollen derartige Screenings in erster Linie der Verletzungsprophylaxe im professionellen Bühnentanz (Ballett, Modern Dance) dienen und werden im Vorfeld einer tänzerischen Ausbildung bzw. Karriere durchgeführt. Mit unterschiedlichem und umstrittenem Erfolg (Liederbach, et al., 2012). Sie umfassen zu unterschiedlichen Anteilen die Kranken- und Verletzungsgeschichte der Tänzer sowie funktionelle Tests. Ihre Inhalte haben unterschiedliche Bedeutung für die Gesundheit und die Genesung von Tänzern. Nur selten beinhalten die Screenings auch einen entsprechenden Ergebnisteil bzw. eine Empfehlung für die betreffenden Tänzer. Von Interesse ist weiterhin die prozentuale Aufteilung der einzelnen Inhalte - Abb. 2.2 zeigt deutlich, dass z.B. Faktoren wie Kraft oder Ausdauer oder auch psychische Erkrankungen in diesen Screenings und damit im allgemeinen Verständnis vom leistungsstarken Tänzer eher eine untergeordnete Rolle spielen.

Item	Frequency
History	
Past Medical History	100%
Dance Training History	18%
Past Injury History	15%
Systems Review Testing	10%
Menstrual History	5%
Nutritional History	4%
Validated Functional Inventories (e.g., Oswestry, SF36, FABQ, EDI)	4%
Open/Qualitative History (e.g., "Is there anything you'd like to add?")	2%
Depression or Other Mental Health History	0%
Functional Tests	
Posture/Alignment	100%
Turnout	95%
Flexibility, ROM, or Hypermobility Indexing	95%
Foot Structure	87%
Spine Motion Testing	70%
Strength	70%
Balance	55%
Function (e.g., plié, relevé, turn, jump)	48%
Cardiovascular (e.g., Harvard bench step test)	8%
Body Composition (e.g., calipers, impedance, underwater weighing)	8%
Outcome	
Prevention Plan Delineation, Exercise Prescription, or Recommendations	5%

Abb. 2.2: Inhalte von Screening-Formularen für Tänzer (Liederbach, et al., 2012)

Sowohl im Bereich des professionellen Bühnentanzes wie auch auf dem Gebiet des Tanzsports, speziell JMD besteht noch einiger Forschungsbedarf. Diese Arbeit soll einen Teil dazu beitragen.

2.1.1 Gleichgewicht

Die Fähigkeit, das Gleichgewicht zu halten ist abhängig von der Position des Masseschwerpunktes CoM (engl., Abk.: Centre of Mass), vgl. auch CoG (engl., Abk.: Centre of Gravity) und der Unterstützungsfläche (Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2000).

Im aufrechten Stand hat der Mensch eine sehr geringe Unterstützungsfläche und stellt deshalb ein grundsätzlich instabiles System dar (Winter, 1990), was im Tanz auf der halben Spitze (Abb. 11.2) noch verstärkt wird. Der menschliche Körper hat jedoch die angeborene Fähigkeit, drohende Instabilität zu erfühlen und entsprechend durch muskuläre Aktivität der Schwerkraft entgegen zu wirken, um ein Fallen zu verhindern (Horak, 1987). So kann der Mensch sein Gleichgewicht bzw. seine Haltung kontrollieren. Diese Gleichgewichtsfähigkeit kann unterschiedliche Ausprägungsformen haben (siehe unten) und ist ausschlaggebend wie auch notwendig im täglichen Leben und im Sport. In vielen Sportarten ist die Gleichgewichtsfähigkeit ausschlaggebend für die letztendliche Leistung (Asseman, Caron, & Crémieux, 2008). Laut Asseman, et al. (2008) können diesbezüglich drei Kategorien von Sportarten unterschieden werden:

1. Sportarten, bei denen das Gleichgewicht bzw. die Haltungskontrolle hauptsächlich im Zusammenhang mit Bewegungen von Bedeutung ist (z.B. Fußball oder Football, Rugby oder Judo),
2. Sportarten, bei denen ruhiges Stehen mit der Leistung des Sportlers verbunden ist (z.B. Sportschützen),
3. (zwischen den ersten beiden Kategorien einzuordnen) Sportarten, die beide Formen beinhalten: Gleichgewicht in Bewegungen und Gleichgewicht in stabilen Positionen.

Es ist hierbei zu betonen, dass grundsätzlich ohne Gleichgewichtsfunktion keine Ganzkörperbewegungen möglich sind. Erst in den verschiedenen Sportarten werden ihre spezifischen Unterschiede wirksam.

Wie in Kap. 1 deutlich gezeigt wurde, ist die Gleichgewichtsfähigkeit eine wichtige Komponente im Tanz und entsprechend auch im JMD (Kimmerle, 2010). Tänzer sind dementsprechend nach Asseman, et al. (2008) in die letztgenannte Kategorie einzuordnen. Nach Zemková (2011) ist in Sportarten, in denen schwierige akrobatische Fähigkeiten benötigt werden, wie z.B. auch im Rock`n Roll-Tanz oder im JMD, die Gleichgewichtsfähigkeit ein wesentlicher Faktor der Leistung. Die Bedeutung der Gleichgewichtsfähigkeit im Tanz wird im Folgenden einer näheren Betrachtung unterzogen.

Unter trainingswissenschaftlichen Gesichtspunkten gehört die Gleichgewichtsfähigkeit entsprechend vielfältiger wissenschaftlicher Systematisierungs- und Hierarchisierungsversuche (vgl. Schnabel, et al., 2011, S. 137) zu den fundamentalen und leistungsbestimmenden koordinativen Fähigkeiten (siehe Kap. 1). Sie ist die Fähigkeit, „den gesamten Körper im Gleichgewichtszustand zu halten oder während und nach umfangreichen Körperverschiebungen diesen Zustand beizubehalten beziehungsweise wiederherzustellen“ (vgl. Meinel, Schnabel, & Krug, 2007, S. 225). In der klassischen Einteilung u.a. bei Fetz (1990) wird unterschieden in das Gleichgewicht des eigenen Körpers und das Gleichgewicht von Objekten, wobei insbesondere Ersteres für den Tanzsport von Bedeutung ist. Es wird nochmals unterschieden in das statische Gleichgewicht - in relativer Ruhestellung oder bei sehr langsamen Bewegungen (Abb. 2.3) - und das dynamische Gleichgewicht (siehe auch oben: drei Kategorien von Sportarten (Asseman, et al., 2008) - bei umfangreichen und oft schnellen rotatorischen und/ oder translatorischen Lageänderungen des Körpers (Meinel, et al., 2007), z.B. bei Drehungen im Tanz (Lott & Laws, 2012).

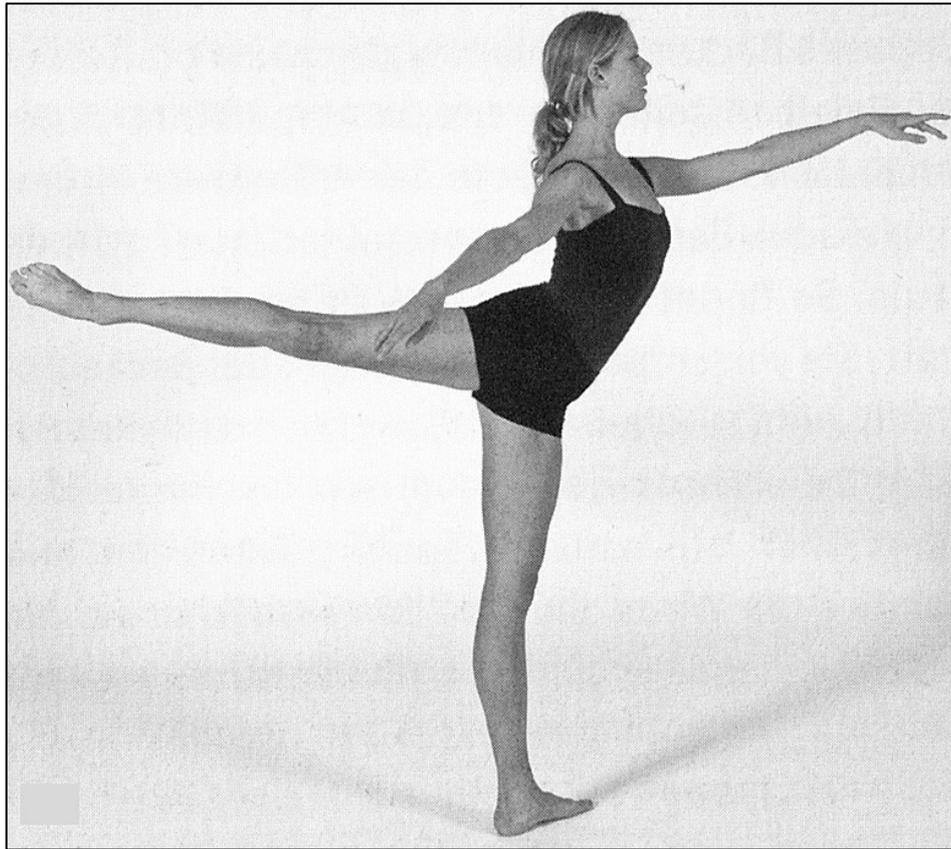


Abb. 2.3: Statische Gleichgewichtsfähigkeit im Tanz am Bsp. der Arabesque (Simmel, 2009)

Die eindeutige Zuordnung der verschiedenen Gleichgewichtsanforderungen, wie z.B. aufrechter Stand, Stand auf beweglichem Untergrund, Hebefiguren im JMD oder auch Drehungen um die Längsachse zu einer der beiden Formen birgt allerdings Probleme. Nach Fetz (1990) soll der Körper beim statischen Gleichgewicht am Ort in seiner Position gehalten werden, während sich beim dynamischen Gleichgewicht die einwirkenden Kräfte und die Resultierende fortwährend ändern und der Proband auf muskulärer Ebene die Unterstüzungsfäche laufend den wirkenden Kräften anpasst. Allerdings weist entsprechend dieser Definition auch das statische Gleichgewicht gewisse dynamische Anteile auf, da „organische Schwankungen, feine Vibrationen, wechselnde Muskelspannungen, Verschiebungen von Körperflüssigkeiten usw.“ (Fetz, 1990, S. 22) Reaktionskräfte in allen drei Raumebenen darstellen. Aus physikalischer Sicht gibt es entsprechend beim lebenden Menschen kein statisches Gleichgewicht (Fetz, 1990).

Auch Hirtz, Hotz, & Ludwig (2005) betonen die z.T. widersprüchlich diskutierten Korrelationen und Transferabilitäten zwischen den unterschiedlichen

Gleichgewichtsformen - z.B. monopodal gegenüber bipedal - und differenzieren diese aufgrund dessen noch stärker (Tab. 2.1):

Tab. 2.1: Arten des Körpergleichgewichts (modifiziert nach Hirtz, et al., 2005)

Standgleichgewicht	Balanciergleichgewicht	Drehgleichgewicht	Fluggleichgewicht	Gleichgewicht auf erhöhten „Unterlagen“
beidbeinig, einbeinig	stabile Unterlage	um die Längsachse	während kürzerer oder längerdauernder (stützloser) Flugphasen	Hebefiguren, Akrobatik
stabile Unterlage	begrenzte Unterlage	um die Breitenachse		
begrenzte Unterlage	labile Unterlage	um die Tiefenachse		
labile Unterlage	mit Richtungs- und Geschwindigkeitsänderung	um verschiedene Achsen		
nach äußeren Störungen	auf „körperverbundenen“ Geräten			

Nach Pollock, et al. (2000), Berg, Wood-Dauphinee, Williams, & Gayton (1989) und King, Judge, & Wolfson (1994) wiederum hängt die Kontrolle des Gleichgewichts vorrangig mit drei großen Klassen menschlicher Aktivitäten zusammen, die wie folgt beschrieben werden:

- 1) Einhaltung einer bestimmten Haltung, wie Sitzen oder Stehen
- 2) freiwillige Bewegung, wie die Bewegung zwischen Körperhaltungen
- 3) Reaktion auf eine äußere Störung, wie Stolpern, Ausrutschen oder Stöße

Entsprechend können Strategien der Gleichgewichtskontrolle reaktiver oder prädiktiver (vorausschauender) Natur sein oder eine Kombination aus beidem (Maki & McIlroy, 1997). Ersteres beinhaltet insbesondere Ausgleichsmaßnahmen, Zweitgenanntes antizipatorische Strategien. Der Übersichtlichkeit halber wird im weiteren Verlauf der Arbeit die Differenzierung nach Fetz (1990) in statisches und dynamisches Gleichgewicht beibehalten (Abb. 2.4). Die Unterscheidung Letzteres in reaktives und proaktives (vgl. prädiktives) Gleichgewicht erfolgt in Anlehnung an Maki & McIlroy (1997).

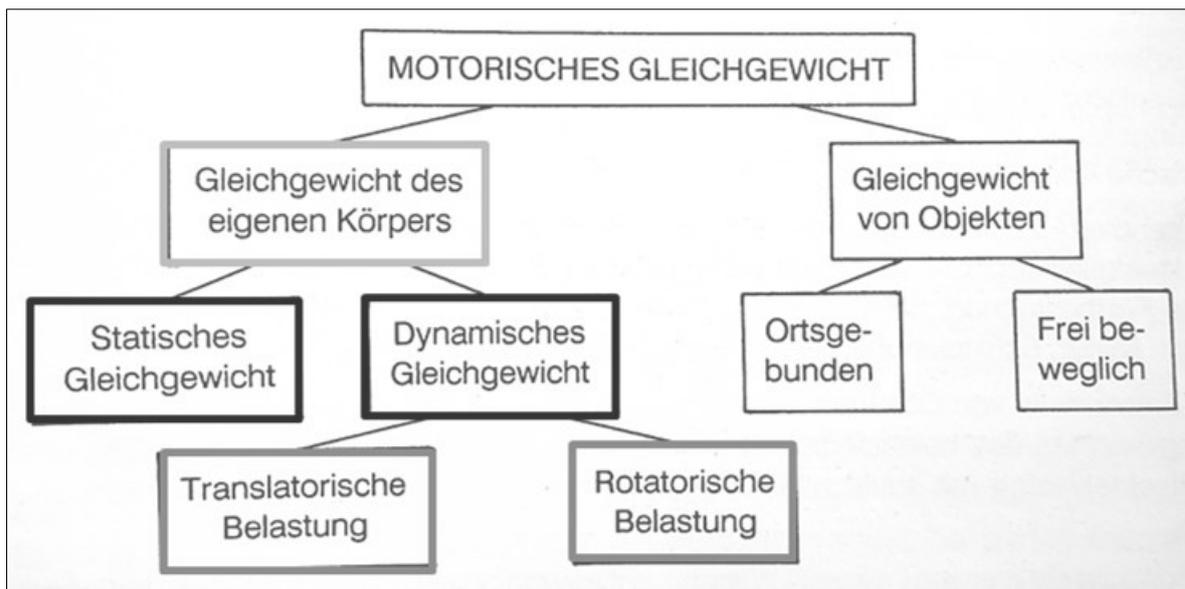


Abb. 2.4: Schematische Gliederung des motorischen Gleichgewichts modifiziert nach Fetz, (1990), S.23

Nach Meinel, et al. (2007) basiert insbesondere das statische Gleichgewicht vor allem auf der Verarbeitung von Informationen des kinästhetischen und taktilen und teilweise des statico-dynamischen und des optischen Analysators und ist wesentliche Grundlage für alle motorischen Aktionen in jeder möglichen Haltung. Hingegen sind beim dynamischen Gleichgewicht insbesondere die vestibulären Informationen von besonderer Bedeutung (Meinel, et al., 2007). Es beruht auf dem Beschleunigungsempfinden und hat u.a. bei Sprüngen, Überschlägen, Auf- und Umschwüngen und Landungen besondere Bedeutung. Entsprechend ist aufgrund der Anforderungen im JMD anzunehmen, dass die statische wie auch die dynamische Gleichgewichtsfähigkeit eine tragende Rolle für die Leistung spielen.

Nach Meinel, et al. (2007) bestehen enge Beziehungen zwischen der Gleichgewichtsfähigkeit und den anderen koordinativen Fähigkeiten sowie der sportlichen Leistung. Dies trifft in hohem Maße auf den Tanz zu (Mertz & Docherty, 2012). (Meinel, et al., 2007). Die Gleichgewichtsfähigkeit wird des Weiteren von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst, wie den sensorischen Informationen des somatosensorischen, visuellen und vestibulären Systems, der Gelenkbeweglichkeit und der Kraft (vgl. Ricotti, 2011 und Massion, 1992). Auch die Haltung hängt eng mit dem Gleichgewicht zusammen bzw. wird in der Literatur häufig gleichbedeutend mit dem Gleichgewicht behandelt. Sie wird durch die Organisation der einzelnen Körpersegmente bestimmt und durch das

muskoskeletale System kontrolliert (Massion, 1992). Basierend auf einer internen Darstellung des Körpers, welche die Geometrie des Körpers, die Bodenreaktionskräfte und die Ausrichtung des Körpers entlang der vertikalen Schwerkraftlinie einbezieht, wird eine Referenzposition der Haltung bestimmt. Anhand dieser Referenzposition werden jederzeit, wenn der Körper davon abweicht, Korrekturmaßnahmen im System vorgenommen (vgl. Mesure, Amblard, & Crémieux, 1997 in Bruyneel, et al., 2010).

Speziell im Tanz oder auch in der RSG (Poliszczuk, Broda, & Poliszczuk, 2012) spielt die Gleichgewichtsfähigkeit eine besondere Rolle. Die Körpertechnik in der Rhythmischen Sportgymnastik ähnelt zum Teil den Techniken und Bewegungen im Tanz. Ähnlich wie in der RSG ist die Haltungskontrolle bzw. Gleichgewichtsfähigkeit im Tanz Voraussetzung für die Qualität aller Bewegungen und die Bewegungen sind wiederum abhängig von der Gleichgewichtsfähigkeit des Tänzers (Hugel, et al., 1999, Massion, 1992, Shick, Stoner, & Jette, 1983).

Insbesondere Balletttänzer wurden häufig in Bezug auf ihre Haltungskontrolle bzw. ihr Gleichgewicht untersucht, da sich im Ballett intensive, aber kontrollierte Bewegungen mit kurzen Ruhephasen abwechseln, was eine außergewöhnliche Haltungskontrolle erfordert (Mertz & Docherty, 2012). Häufig wurden dabei allerdings Tänzer mit Nicht-Tänzern verglichen und es wurde gezeigt, dass Tänzer entsprechend der Erwartungen ihre Haltung effizienter kontrollieren. Die betreffenden Tests sind wegen des Vergleichs mit Nicht-Tänzern jedoch als eher tänzerunspezifisch zu bezeichnen. Der am ehesten tanzspezifische Test bestand hier im Einbeinstand bei geöffneten Augen. Aus der Literatur geht hervor, dass die Gleichgewichtsfähigkeit im Tanz eine wesentliche Rolle spielt (Crofts, Thompson, Nahom, Ryan, & Newton, 1996, Asseman, et al., 2008, Gerbino, Griffin, & Zurakowski, 2007, Simmons, 2005b, Simmons, 2005a). Häufig sind die Untersuchungen jedoch nicht ausreichend aussagekräftig, da Tänzer mit Nicht-Tänzern verglichen wurde. Für die Sportart JMD liegen keine Untersuchungen vor.

Im Vergleich verschiedener Sportarten hat eine Querschnittsuntersuchung gezeigt, dass insbesondere TurnerInnen die beste Gleichgewichtsfähigkeit innerhalb der erfassten Sportarten zeigen, gefolgt von Fußballern, Schwimmern und Basketballern (Hrysomallis, 2011). Tendenziell zeigten TurnerInnen hier eine außergewöhnlich gute statische Gleichgewichtsfähigkeit im Einbeinstand sowie

eine übermäßig gute dynamische Gleichgewichtsfähigkeit auf beiden Beinen. Für die statische Gleichgewichtsfähigkeit im beidbeinigen Stand konnte dies überraschenderweise nicht festgestellt werden (Hrysomallis, 2011). Dies könnte u.a. damit zusammenhängen, dass die Spezifik der Bewegung beim statischen beidbeinigen Stand für Turner nicht gegeben ist (Hrysomallis, 2011). Calavalle et al. (2008) dagegen zeigen bei einer Untersuchung mit Rhythmischen Sportgymnastinnen hoher Leistungsklasse gegenüber Sportstudentinnen bessere Leistungen bei einfachen Gleichgewichtsaufgaben seitens der Gymnastinnen. Insbesondere im beidbeinigen Stand zeigten die Gymnastinnen bessere Ergebnisse, obgleich diese Position nicht sportartspezifisch für die RSG ist. Die Autoren postulieren deshalb, dass das Training in der RSG durchaus Transfereffekte auf nicht-spezifische Gleichgewichtsanforderungen habe.

Grundsätzlich stehen die Entwicklung und Ausprägung der Gleichgewichtsfähigkeit jedoch mit den spezifischen Anforderungen der jeweiligen Sportart in Zusammenhang. Dies entspricht den Aussagen von Asseman, et al. (2008), welche entsprechende Ergebnisse in einer Studie mit Turnern aufzeigen. Eine Formation einer hohen Leistungsklasse im JMD müsste demzufolge eine stärkere Ausprägung der spezifischen Gleichgewichtsfähigkeiten ausweisen als eine Formation einer niedrigen Leistungsklasse. Entsprechend könnten Rückschlüsse auf die jeweiligen Leistungsanforderungen der Sportart gezogen werden. Wie bereits betont, sollten entsprechende Untersuchungen grundsätzlich sportartspezifisch angelegt sein.

2.1.2 Kraftfähigkeiten - Sprungkraft

„Kraft im Sport ist die Fähigkeit des Nerv-Muskelsystems, durch Innervations- und Stoffwechselprozesse mit Muskelkontraktionen Widerstände zu überwinden (konzentrische Arbeit), ihnen entgegenzuwirken (exzentrische Arbeit) bzw. sie zu halten (statische Arbeit)“ (Grosser, et al., 2012, S. 40). Nach Schnabel, et al. (2011, S. 158) ist die Kraftfähigkeit „die energetische Basis für alle sportlichen Leistungen, bei denen die beanspruchten Muskeln mehr als etwa 30 % ihrer maximal verfügbaren Kraft einsetzen müssen“. Die Muskelkraft kann entweder in N angegeben werden - als die maximale physikalische Kraft bei einer bestimmten

Aktionsgeschwindigkeit - oder in kg bzw. % - als die maximale Masse, die gehoben werden kann (Hohmann, et al., 2007).

Die Kraft nimmt im Sport verschiedene Erscheinungsformen an. Ausschlaggebend für deren Einordnung und Definition ist die jeweilige Kraftsituation und das jeweilige Ziel der Bewegung (Grosser, et al., 2012). Es werden u.a. die Begriffe Maximalkraft, Schnellkraft, Reaktivkraft und Kraftausdauer unterschieden:

- **Maximalkraft:** „höchstmögliche Kraft, die willkürlich gegen einen unüberwindlichen Widerstand erzeugt werden kann“ (Grosser, et al., 2012, S. 42).
 - **Schnellkraft:** Fähigkeit des neuromuskulären Systems, „in der zur Verfügung stehenden Zeit einen möglichst großen Impuls zu erzeugen“ (Grosser, et al., 2012, S. 43).
 - **Reaktivkraft:** „exzentrisch-konzentrische Schnellkraft bei kürzest möglicher Kopplung (< 200 ms) beider Arbeitsphasen, also in einem Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus“ (Grosser, et al., 2012, S. 44); sie ist nach Scheid & Prohl (2009) als eigenständige Form anzusehen
 - **Kraftausdauer:** allgemein: Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei statischen und dynamischen Krafteinsätzen mit über 30 % der Maximalkraft (Grosser, et al., 2012); nach der Größe des Krafteinsatzes können des Weiteren folgende Arten der Kraftausdauer unterschieden werden (Grosser, et al., 2012):
 - **Maximalkraftausdauer** bzw. **hochintensive Kraftausdauer:** > 75 % der Maximalkraft bei statischer und dynamischer Arbeitsweise
 - **submaximale Kraftausdauer:** 75-50 % der Maximalkraft bei dynamischer Arbeit, bis 30 % bei statischer Arbeit
 - **aerobe Kraftausdauer** bzw. **Ausdauerkraft:** 50-30 % der Maximalkraft bei dynamischer Arbeit
- ➔ **dynamische Kraftausdauer:** „Fähigkeit des neuromuskulären Systems, bei einer bestimmten Wiederholungszahl von Kraftstößen innerhalb eines definierten Zeitraums die Verringerung der Kraftstöße möglichst gering zu halten“ (Grosser, et al., 2012, S. 44).

→ **statische** Kraftausdauer: „Fähigkeit des neuromuskulären Systems, einen bestimmten Kraftwert über eine definierte Anspannungszeit ohne Spannungsverlust zu halten“ (Grosser, et al., 2012, S. 44).

Die Schnellkraft, Reaktivkraft und Kraftausdauer sind dabei als Unterkategorien der Maximalkraft aufzufassen und deshalb stark von ihr abhängig (Schmidtbleicher, 1980, Bühle, 1985). Abb. 2.5 gibt einen Überblick über die Erscheinungsarten der Kraft.

Basisfähigkeit	Maximalkraft		
Subkategorien	Schnellkraft (statisch, konzentrisch)	Reaktivkraft (exzentrisch-konzentrisch)	Kraftausdauer (statisch, dynamisch)
Komponenten	<ul style="list-style-type: none"> – Maximalkraft – Explosivkraft – Startkraft – muskuläre Leistungsfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> – Maximalkraft – Explosivkraft – Startkraft – reaktive Spannungsfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> – Maximalkraft – anaerob-alaktazider Stoffwechsel – anaerob-laktazider Stoffwechsel – aerob-glykolytischer Stoffwechsel

Abb. 2.5: Hierarchische Gliederung der Erscheinungsarten der Kraft (Grosser, et al., 2012)

Bei unterschiedlichen Gelenkwinkeln verändert sich die Fähigkeit des Muskels, Kraft zu entwickeln (Hohmann, et al., 2007). Es werden verschiedene Muskelaktionsformen unterschieden (Knuttgen & Komi, 1994). Tab. 2.2 zeigt die Einteilung der jeweiligen Aktionsformen nach Knuttgen & Komi (1994).

Tab. 2.2: Muskuläre Aktionsformen (Hohmann, et al., 2007) nach Knuttgen & Komi (1994)

Belastungsform (Arbeitsweise)	Muskelaktion (Kontraktionsform)	Muskellänge (Ansatz – Ursprung)
Dynamisch	Konzentrisch	Abnehmend
Dynamisch	Exzentrisch	Zunehmend
Statisch	Isometrisch	Gleichbleibend

Die Belastungsform der statischen Maximalkraftfähigkeit, bei der die Muskulatur isometrisch kontrahiert, ohne zu verkürzen (isometrische Maximalkraft), ist im Tanz insofern von Bedeutung, als dass sie bei Hebefiguren sowie diversen Stützen und akrobatischen Elementen zum Tragen kommt. Die dynamische

Krafft ahigkeit, die bei konzentrischer oder bei exzentrischer Arbeitsweise wirksam wird ist im Tanz vor allem bei Sprüngen und Landungen sowie auch bei speziellen Hebungen und Hebefiguren bedeutsam, da hier Widerstände überwunden werden müssen. Die innere Kraft ist hier größer als die äußere bzw. bei Landungen umgekehrt die äußere Kraft größer als die innere (Schnabel, et al., 2011). Da im Tanzsport vor allem die eigene Körpermasse bewegt wird, ist hier ein optimales Kraft-Last-Verhältnis von Bedeutung, was sich in der relativen Krafft ahigkeit (vgl. Kap. 1 zum „Leistungssystem“) ausdrückt (Schnabel, et al., 2011): Relative Krafft ahigkeit ist gleich Maximalkraftleistung geteilt durch die Körpermasse.  berm a ige Gewichtszunahmen verringern entsprechend die relative Krafft ahigkeit (Abb. 2.6). Die Maximalkraftleistung sollte also ohne wesentliche Muskelhypertrophie gesteigert werden, um eine optimale Kraftausnutzung zu erreichen, z.B. für Sprünge (siehe unten) oder auch Hebefiguren. Außerdem sollte vor diesem Hintergrund ggf. auch im Tanz die Ernährung Beachtung finden.

Die Sprungkraft stellt einen wesentlichen Teil der Kraftanforderungen im JMD dar. Sie ist eine Form der Schnellkraft mit dem Ziel einer maximalen Endgeschwindigkeit (Hohmann, et al., 2007) um das eigene Körpergewicht zu beschleunigen. Die Sprungleistung wird durch verschiedene Einflussgrößen determiniert (Abb. 2.6, Kap. 2.1.2). Sie ist u.a. abhängig vom Maximalkraftniveau, von der Innervation der Muskulatur, vom koordinativ-technischen Vermögen und auch von der Motivation (Killing, 2008). Weiterhin ist die Muskelstiffness (Scheid & Prohl, 2009) für die passive Energiespeicherung im DVZ (siehe unten) von wesentlicher Bedeutung, sowie die Absprungtechnik und das Gewicht des Sportlers (Killing, 2008). (*Anm.: Unter Muskelstiffness bzw. Muskelsteifigkeit, -elastizität wird die elastische Eigenschaft der Muskulatur verstanden, sich bei Einwirkung von äußeren Kräften zu verformen und die dadurch gespeicherte Energie anschließend wieder abzugeben (Scheid & Prohl, 2009).*) Nach Wyon, Allen, Angioi, Nevill, & Twitchett (2006) nehmen im Tanz Faktoren wie die Muskelmasse, die Beweglichkeit, die isometrische Maximalkraft, das Alter, die Körperhöhe, das Gewicht, die jeweilige Expertise und nicht zuletzt auch choreographische Faktoren Einfluss auf die Sprungleistung. Es wird darauf hingewiesen, dass auch die koordinative Komponente einen wesentlichen Einfluss auf die Sprungleistung hat, insbesondere im Tanzsport.

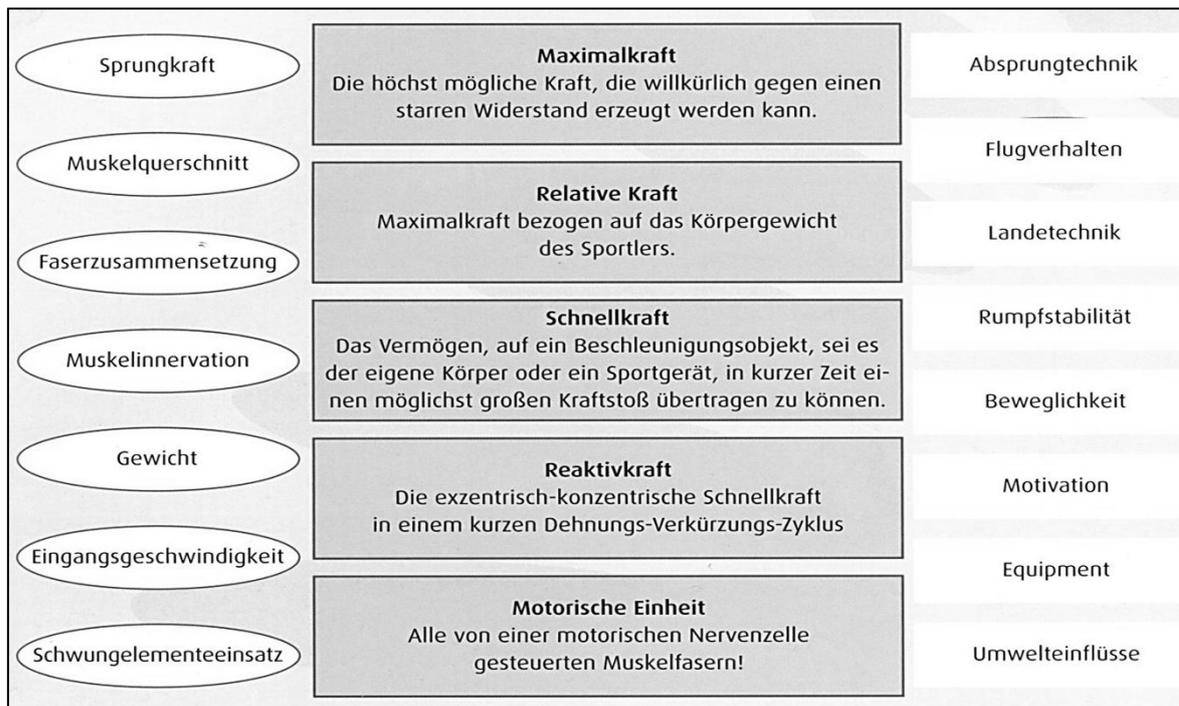


Abb. 2.6: Einflussgrößen der Sprungleistung (Killing, 2008)

Die Sprungkraft, insbesondere die Sprunghöhe, kann im Tanz, ähnlich wie in der RSG (Hutchinson, Tremain, Christiansen, & Beitzel, 1998), die Bewertung beeinflussen. Die RSG wie auch Ballett und Eiskunstlauf gehören nach Hutchinson, et al. (1998) zu den Sportarten, in denen die Sprungfähigkeit eine wesentliche Rolle spielt (Abb. 2.7). RSG und Tanzsport weisen insbesondere bzgl. der konditionellen Fähigkeiten einige Gemeinsamkeiten auf.

High	Medium	Low
Basketball	Cheerleading	Hockey
High jump	Rugby	Tennis
Gymnastics	Football	Swimming
Hurdles	Soccer	Wrestling
Diving	Lacrosse	Baseball
Long jump		Golf
Volleyball		Cross-country
Ballet		
Ice skating		

Abb. 2.7: Bedeutung der Sprungfähigkeit bzw. Sprungkraft im Sport und in technisch-kompositorischen Sportarten (modifiziert nach Hutchinson, et al. (1998))

Neben der Schnellkraft, insbesondere der Explosivkraft, welche bei horizontalen und vertikalen Sprüngen zum Einsatz kommt, ist die Reaktivkraft im Tanzsport von wesentlicher Bedeutung (Abb. 2.6). Sie ist eine spezifische Form der Schnellkraft und basiert neben der Maximalkraft auf einer schnellen Kontraktionsfähigkeit sowie der reaktiven Spannungsfähigkeit (Hohmann, et al., 2007). Der konzentrischen geht hier eine exzentrische Muskelanspannung voraus. Diese Kombination von Dehnung und Kontraktion des Muskels wird als Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ; engl.: stretch-shortening-cycle - SSC) bezeichnet (Komi, 1985, Schmidtbleicher & Gollhofer, 1982, Radcliffe & Farentinos, 1999). Die kurze exzentrische Dehnung der Muskulatur ist verbunden mit einem eigenständigen Innervations- und Elastizitätsverhalten (Grosser, et al., 2012). In die anschließende konzentrische Phase gehen die Wirkung der Voraktivierung, die gespeicherte elastische Spannungsenergie und die Wirkung der Reflexinnervation aus der exzentrischen Phase ein (Grosser, et al., 2012).

Die reaktive Spannungsfähigkeit ist die Grundvoraussetzung für die Reaktivkraft und beinhaltet das Elastizitäts- und Innervationsverhalten von Muskeln, Sehnen und Bändern (Grosser, et al., 2012). Sie liegt u.a. in deren Festigkeit und in der Elastizität der Aktin-Myosin-Brücken begründet (Grosser & Renner, 2007). Es werden kurze DVZ (< ca. 200 ms) mit geringen Winkelbewegungen in den Gelenken und lange DVZ (> ca. 200 ms) mit großen Winkelbewegungen im Hüft-, Knie- und Sprunggelenk unterschieden (Güllich & Schmidtbleicher, 1999). Nach Güllich & Schmidtbleicher (1999) wird angenommen, dass ca. 90% der sportlichen Bewegungen einen DVZ beinhalten. Im Tanz ist die Reaktivkraft insbesondere bei der Landung nach Sprüngen oder hohen Hebungen bedeutsam (Schnabel, et al., 2011). Es kommen schnelle wie auch langsame DVZ zum Einsatz.

Generell sind bisher in der aktuellen Forschung die diversen Krafftigkeiten noch wenig als notwendiger Bestandteil für den Erfolg im Tanz betrachtet worden (Koutedakis & Sharp, 2004, Brown, et al., 2007, Harley, et al., 2002, Hamilton, et al., 1992). Jedoch sind im Tanzsport die Krafftigkeiten unabhängig von ihren Wechselbeziehungen zur Beweglichkeit in ihren verschiedenen Ausprägungsformen insofern von Bedeutung, als dass sie im Bereich der konditionellen Fähigkeiten die Grundlage für Sprünge, Hebefiguren, Akrobatik und Bodenelemente darstellen (Brown, et al., 2007). Wessel-Therhorn (2004) erwähnt

in diesem Zusammenhang zudem das Haltungsbewusstsein und die Aufrichtung der Achse sowie Rumpfstabilität und Rumpfkraft. Aufgrund einer hohen Anzahl sich wiederholender Sprünge sind Tänzer großen exzentrischen Belastungen in den unteren Extremitäten ausgesetzt (Westblad, et al., 1995). Ergänzendes Krafttraining ist für Tänzer unerlässlich, da das Tanzen allein häufig nicht als Trainingsreiz ausreicht (Brown, et al., 2007). Dieses Ergänzungstraining 1. im Sinne der Gesunderhaltung/Prophylaxe usw. und 2. als sportartgerichtetes und sportartspezifisches (Schnell-)Krafttraining könnte nach Koutedakis & Jamurtas (2004) und Westblad, et al. (1995) u.a. auch dazu beitragen, Verletzungen vorzubeugen. Ein Beispiel für eine solche typische Verletzung bzw. Erkrankung ist die Achillessehnen-Tendinose, welche im Tanz unterschiedliche Ursachen haben kann (Chessin, 2012). Ein Kombination aus exzentrischen Kräftigungsübungen und Techniktraining kann helfen, diese zu beseitigen oder zu verringern (Chessin, 2012). Rosenberg (1995), Franklin (2004) und Wessel-Therhorn (2004) betonen, dass die physischen Fähigkeiten, wie Kraft, Haltung und Gleichgewicht tanzend entwickelt werden sollen. Franklin (2004) zentralisiert insbesondere die wesentliche Verbindung von Kraft und Koordination: das Training der konditionellen Faktoren des Tänzers als Athlet und als Künstler sei eine geistig-körperliche Übung - Kraft, Gleichgewicht, Beweglichkeit, Körperhaltung und Vorstellungsbilder seien als eine ausgeglichene Einheit zu trainieren.

Bezüglich des Springens im Tanz ist zu betonen, dass der Tänzer nahezu alle Sprunggrundformen bzw. Variationen derselben beherrschen sollte, da je nach Thema oder Inhalt jede Art von Sprüngen in Choreographien eingebaut werden können. Zu den Grundformen des Springens zählen nach Killing (2008) beidbeinige Standsprünge, beidbeinige Seriensprünge, Sprunglauf, Einbeinsprünge und Einbeinwechselsprünge, Hopserlauf und Steigesprünge, wobei zu beachten ist, dass alle Sprungformen vor dem tänzerischen, nicht leichtathletischen Hintergrund trainiert und ausgeführt werden müssen und zum Teil eigene spezifische Bezeichnungen im Tanz haben. In diesem Zusammenhang ist auch das ästhetische Sprungvermögen zu nennen (Brown, et al., 2007).

Abschließend ist zu betonen, dass speziell für die Tanzsportart JMD derzeit noch wenig bis keine Untersuchungen zum Kraftverhalten und zur Bedeutung der einzelnen Kraftformen durchgeführt wurden und auch die Bedeutung der Gleichgewichtsfähigkeit ist stark aus anderen Stilrichtungen abzuleiten. Es wird

jedoch vor dem Hintergrund der Anforderungen des JMD im Vergleich mit ähnlich strukturierten Sportarten davon ausgegangen, dass das Gleichgewicht und die Sprungkraft von zentraler Bedeutung im JMD sind. Dies soll in der vorliegenden Arbeit in der Studie I geklärt werden.

3 Problemstellung

Die Problemstellung lässt sich abschließend wie folgt zusammenfassen:

1. Es besteht kein strukturiertes, trainingswissenschaftlich fundiertes Leistungs- bzw. Trainingssystem für den JMD, obgleich die Sportart einem Ligasystem unterliegt, das bis hin zur Bundesliga sowie zu nationalen und internationalen Wettkämpfen führt.
2. Die Anforderungen u.a. an die Gleichgewichtsfähigkeit und die Sprungkraft, insbesondere in den hohen Leistungsklassen im JMD, sind deutlich gestiegen.
3. Die genannten Leistungsfaktoren sind noch nicht auf ihre Bedeutsamkeit im JMD untersucht bzw. als leistungsbestimmend oder leistungsvoraussetzend charakterisiert worden.
4. Ein Training mit dem Ziel der Leistungssteigerung erfordert entsprechende Kenntnis über das Leistungssystem der Sportart, über die Bedeutung einzelner Leistungsfaktoren sowie über die richtigen Trainingsmethoden im Kontext der Sportartspezifik.

4 Ziele und Hypothesen Studie I

Ziel der ersten Studie ist es, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen zwei verschiedenen Leistungsklassen im JMD bzgl. der zu untersuchenden Parameter aufzuzeigen. Es sollen Rückschlüsse gezogen werden können im Hinblick darauf, inwiefern die Gleichgewichtsfähigkeiten, die Sprungkraft und die Maximalkraft der unteren Extremitäten im JMD leistungsbestimmend sind. Es wird davon ausgegangen, dass eine besondere Ausprägung der entsprechenden Parameter in der höheren Leistungsklasse ein Zeugnis für deren Bedeutsamkeit für die Leistung im JMD ist (siehe oben Kap. 2.1.1, vgl. (Asseman, et al., 2008).

Hypothesen Studie I:

H1: Im Vergleich einer hohen mit einer niedrigen Leistungsklasse im Jazz- und Modern Dance (2. BL vs. OL) zeigen die Probandinnen der höheren Leistungsklasse höhere Gleichgewichtsleistungen.

H0.1.1: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance zeigen keine höheren statischen Gleichgewichtsleistungen als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga.

H1.1: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance zeigen höhere statische Gleichgewichtsleistungen als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga.

H0.1.2: 20-30jährige Tänzerinnen im Jazz- und Modern Dance zeigen keine höheren dynamischen Gleichgewichtsleistungen als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga.

H1.2: 20-30jährige Tänzerinnen im Jazz- und Modern Dance zeigen höhere dynamische Gleichgewichtsleistungen als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga.

H2: Im Vergleich einer hohen mit einer niedrigen Leistungsklasse im Jazz- und Modern Dance (BL vs. OL) zeigen die Probandinnen der höheren Leistungsklasse höhere Sprungkraftleistungen.

H0.2.1: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance weisen keine höheren Sprungkraftleistungen auf als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga.

H2.1: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance weisen höhere Sprungkraftleistungen auf als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga.

H0.2.2: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance weisen keine höheren Maximalkraftleistungen in den unteren Extremitäten auf als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga.

H2.2: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance weisen höhere Maximalkraftleistungen in den unteren Extremitäten auf als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga.

H0.3: Im Vergleich einer hohen Leistungsklasse im Jazz- und Modern Dance mit Sportstudentinnen zeigen die Tänzerinnen keine höheren Gleichgewichtsleistungen.

H3: Im Vergleich einer hohen Leistungsklasse im Jazz- und Modern Dance mit Sportstudentinnen zeigen die Tänzerinnen höhere Gleichgewichtsleistungen.

H0.3.1: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance zeigen keine höheren statischen Gleichgewichtsleistungen als gleichaltrige Sportstudentinnen.

H3.1: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance zeigen höhere statische Gleichgewichtsleistungen als gleichaltrige Sportstudentinnen.

- H0.3.2: 20-30jährige Tänzerinnen im Jazz- und Modern Dance zeigen keine höheren dynamischen Gleichgewichtsleistungen als gleichaltrige Sportstudentinnen.
- H3.2: 20-30jährige Tänzerinnen im Jazz- und Modern Dance zeigen höhere dynamische Gleichgewichtsleistungen als gleichaltrige Sportstudentinnen.
- H0.4: Im Vergleich einer hohen Leistungsklasse im Jazz- und Modern Dance mit Sportstudentinnen zeigen die Tänzerinnen keine höheren Sprungkraftleistungen.
- H4: Im Vergleich einer hohen Leistungsklasse im Jazz- und Modern Dance mit Sportstudentinnen zeigen die Tänzerinnen höhere Sprungkraftleistungen**
- H0.5: Im Vergleich einer hohen Leistungsklasse im Jazz- und Modern Dance mit Sportstudentinnen zeigen die Tänzerinnen keine höheren Maximalkraftleistungen in den unteren Extremitäten
- H5: Im Vergleich einer hohen Leistungsklasse im Jazz- und Modern Dance mit Sportstudentinnen zeigen die Tänzerinnen höhere Maximalkraftleistungen in den unteren Extremitäten**

5 Methodik Studie I Vergleichende Untersuchung unterschiedlicher Leistungsklassen

5.1 Studiendesign und Probanden

Studie I liegt in Form einer Querschnittuntersuchung vor, für welche zwei verschiedene Tanzsportgruppen und eine Kontrollgruppe (KG) mit jeweils ausschließlich weiblichen Probanden untersucht und miteinander verglichen wurden. Insgesamt nahmen 40 Probandinnen an der Untersuchung teil:

- Gruppe 1: 15 Probandinnen einer Formation der 2. Bundesliga Süd-Ost im JMD
- Gruppe 2: 13 Probandinnen einer Oberliga-Formation im JMD
- Gruppe 3 (KG): 12 Sportstudentinnen annähernd gleichen Alters, gleichen Gewichts und gleicher Körperhöhe wie Gruppe 1 und 2.

Aufgrund der zwangsläufigen Bindung an das trainingswissenschaftliche Labor des Instituts für Sportwissenschaft Jena und die entsprechende fest installierte Messtechnik mussten Probandinnen gewonnen werden, deren Gruppe entweder in der Nähe ansässig ist oder die ggf. eine längere Fahrt auf sich nehmen würden. Da es in der Nähe der Universität Jena keine weiteren JMD-Formationen gibt, die mindestens in der 2. BL tanzen, konnten keine Probandinnen einer weiteren hohen Leistungsklasse in die Studie einbezogen werden. JMD-Formationen niedrigerer Leistungsklassen stünden in der Umgebung durchaus noch weitere zur Verfügung, es wurden auch noch mehrere weitere kontaktiert und um Teilnahme gebeten, jedoch erklärte sich nur eine Formation bereit, bei der Untersuchung mitzumachen. Aufgrund der Spezifität der Sportart ist außerdem die Anzahl der Tänzerinnen pro Gruppe begrenzt.

Die Tänzerinnen aus Gruppe 1 und Gruppe 2 trainieren 4-6 h in der Woche, wobei die Formation der 2. BL angab, saisonbedingt auch bis zu 8 Trainingsstunden pro Woche zu absolvieren. Die KG wurde in der hier vorliegenden Studie aus Sportstudentinnen mit gemischten Sportarten gebildet, um die Spezifität der Gleichgewichtsleistung bei Tänzerinnen gegenüber aktiven

Sportgruppen aufzuzeigen, da diverse Sportarten, wie z.B. Judo (Perrina, Deviternea, Hugela, & Perrota, 2002), Rhythmische Sportgymnastik (Hrysonmallis, 2011) oder Sportschießen (Aalto, Pyykkö, Ilmarinen, Kähkönen, & Starck, 1990) ebenfalls hohe Anforderungen an die posturale Kontrolle stellen. Die Sportstudentinnen der KG betrieben folgende Sportarten vorrangig: Handball (1), Ausdauerlauf (1), Fußball (4), Turnen (2), Artistik (1), Judo (4), Leichtathletik (1), Eiskunstlauf (1) und Volleyball (1). Die Trainingszeiten der KG variierten dabei zwischen zwei bis vier Stunden bis zu über acht Stunden Training pro Woche.

Alle wesentlichen Probandendaten sind in Tab. 5.1 zusammengefasst. Die Gruppen wurden jeweils den gleichen Messungen unterzogen. Einschlusskriterium für die Tänzerinnen war die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Leistungsklasse, sowie die aktive Teilnahme am Ligasystem des JMD. Ausschlusskriterium für alle 3 Gruppen waren akute Verletzungen der unteren Extremitäten, akute oder chronische Infektionen sowie die zeitgleiche Teilnahme an einer anderen Trainingsstudie. Alle Probandinnen wurden mündlich sowie schriftlich über die Inhalte und Ziele der Studie, über den Ablauf der einzelnen Messungen sowie über mögliche Risikofaktoren aufgeklärt (Kap. 19, Anhang III) und unterschrieben anschließend eine Einverständniserklärung (Kap. 19, Anhang III). Die Teilnahme erfolgte freiwillig und konnte jederzeit ohne Angabe von Gründen abgebrochen werden. Die Durchführung der Messung erfolgte in Übereinstimmung mit der letzten Deklaration von Helsinki (WMA Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects).

Tab. 5.1: *Probandendaten Studie I (BL: Bundesliga, OL: Oberliga, KG: Kontrollgruppe); Mittelwert \pm Standardabweichung*

Gruppe	N	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	Körperhöhe (cm)	Body Mass Index
1 (BL)	15	25 \pm 3	56 \pm 4	167 \pm 4	21 \pm 1
2 (OL)	13	26 \pm 3	63 \pm 8	167 \pm 7	23 \pm 2
3 (KG)	12	21 \pm 1	58 \pm 5	167 \pm 7	21 \pm 1

5.2 Durchführung der Untersuchung

Für die vorliegende Studie wurden die Gruppen hinsichtlich folgender Parameter untersucht:

Tab. 5.2: Beschreibung der zu untersuchenden Leistungsfaktoren und entsprechenden Parameter für die Studie I

Leistungsfaktor	Parameter
Statisches Gleichgewicht	Gesamtschwankungsweg der Körperschwerpunktes Schwankungsweg des Körperschwerpunktes nach anterior-posterior und nach medio-lateral
dynamisches Gleichgewicht - reaktiv und proaktiv	Gesamtschwankungsweg des Körperschwerpunktes Schwankungsweg der Messplattform nach anterior-posterior und nach medio-lateral
Sprungkraft gesamte Streckerkette	Sprunghöhe beim CMJ
Reaktivkraft der Fußextensoren	Sprunghöhe und Bodenkontaktzeit beim DJ Performance-Index nach (Bruhn, Kullmann, & Gollhofer, 2004)
maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft der Knieflexoren und Knieextensoren	maximales Drehmoment
maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft der Fußextensoren und Fußflexoren	maximales Drehmoment

Durchführung

Zur Vorbereitung auf die Messungen wurden mithilfe eines kurzen Fragebogens Angaben zur Person erfasst und das dominante Bein festgestellt (vgl. Lateral Preference Inventory nach Büsch, Hagemann, & Bender (2009), welches für den gesamten Testablauf beibehalten wurde. Auf diese Weise sollte gewährleistet werden, dass alle Probandinnen die Gleichgewichtsaufgaben mit ihrem starken Bein durchführen. Außerdem wurden das Gewicht, die Körperhöhe und die Beinlänge gemessen, welche für die Absprungmarkierung bei der Erfassung des

proaktiven Gleichgewichts herangezogen wurde (siehe unten). Als anatomische Messpunkte dienten hierfür der *Trochanter major* und der *Malleolus lateralis*.

Zur Erwärmung wurde eine standardisierte Reihenfolge von Lauf- und Sprungformen in Verbindung mit Gleichgewichtsaufgaben vorgegeben. Im Anschluss erfolgte eine kurze Mobilisierung der Gelenke und Dehnung der unteren Extremitäten.

Hauptuntersuchung

Tab. 5.3 zeigt den gesamten Messablauf im Überblick.

Tab. 5.3: Messablauf Studie I (Dauer der gesamten Messung: ca. 1,5 h)

Programm:		Zeit pro Übung	Probe	Mess-wdh.	Pause (jeweils)	Zeit gesamt
Einführung, Vorbereitung	Mündliche und schriftliche Aufklärung, mögliche Risikofaktoren; Einverständniserklärung; Bestimmung der Seitenpräferenz + Beinlängenmessung	-	-	-	-	5-10 min
Erwärmung	Lauf- und Sprungformen, Mobilisation und Dehnung					5 min
Einweisung in den Testablauf						
1 AMTI	Messung statisches Gleichgewicht	30 s	1	3	60 s	5-6 min
Pause/ Einweisung POSTUROMED						
2 Posturomed	Messung dynamisches Gleichgewicht reaktiv*	15-20 s	1	3	60 s	4-5 min
Pause/ Einweisung in den Testablauf						
3	Messung dynamisches Gleichgewicht proaktiv*	15-20 s	1	3	60 s	4-5 min
Einweisung in den Testablauf						
4 Quattrojump	Messung Sprungkraft CMJ*	-	1	3	ca. 15 s	1-2 min
Pause						
5	Messung Sprungkraft DJ*	-	1	3	ca. 15 s	1-2 min
Pause/ Einweisung in den Testablauf/ Probandeneinstellungen						
6 Isomed 2000	Knieadapter Isometrik (Ext.)	5 s	1	3	60 s	3-4 min
Pause						
7	Isokinetik (Knieflex. konz./ Knieext. konz.)	5 Wdh.	1	3	60 s	4-5 min
Pause/ Probandeneinstellungen						
8	Fußadapter Isometrik (Plantarflex.)	5 s	1	3	60 s	4 min
Pause						
9	Isokinetik (Plant.flex. konz./ Dors.ext. konz.)	5 Wdh.	1	3	60 s	4-5 min
* randomisierte Messreihenfolge						gesamt 1,5 h

Die Hauptmessung begann mit der Messung des statischen Gleichgewichts. Die Dauer der Aufrechterhaltung eines Gleichgewichtszustandes bzw. das Tempo und die Qualität seiner Wiederherstellung gelten als Maß für die Gleichgewichtsfähigkeit (Meinel, et al., 2007). Um die Beziehungen zwischen der Gleichgewichtsfähigkeit und der sportlichen Leistung zu überprüfen, bestehen verschiedene Testverfahren zur Beurteilung des statischen und dynamischen Gleichgewichts (siehe hierzu auch Zemková, 2011). Hierbei gilt der zeitabhängige Einbeinstand als einfach strukturierter Feldtest für das statische Gleichgewicht. Ein weiterer häufig angewandter Test ist der Romberg-Test (Freeman, Dean, & Hanham, 1965, Zemková, 2011). Der gängigste Labortest ist die Erfassung der Bodenreaktionskräfte bzw. der Veränderungen des „Centre of Pressure“ (CoP) (Zemková, 2011) oder des „Centre of Mass“ (CoM) (Pollock, et al., 2000) mithilfe von Kraftmessplatten (Scoppa, Capraa, Gallaminia, & Shiffera, 2012). Der Sportler muss dabei möglichst ruhig über einen bestimmten Zeitraum auf der Kraftmessplatte stehen, einbeinig oder auch beidbeinig (Aalto, et al., 1990, Paillard, Costes-Salon, Lafont, & Dupui, 2002, Asseman, et al., 2008, Gribble & Hertel, 2003). Kleine bis minimale Schwankungen des CoP gelten hier als relativ sicherer Indikator für eine gute Gleichgewichtsfähigkeit (Zemková, 2011).

In der vorliegenden Studie wurden mithilfe der mobilen 3-dimensionalen Kraftmessplattform AMTI OR6-6-2000 die Änderungen des Körperschwerpunktes CoM gemessen. Es wurden der Gesamtschwankungsweg sowie der Schwankungsweg nach anterior-posterior und nach medio-lateral erfasst. Es wurde mit einer Aufnahmefrequenz von 1000 Hz gemessen.

Die Probandin bekam die Aufgabe, barfuß nach einem vorher definierten Startsignal 40 s so ruhig wie möglich stehen zu bleiben (Scoppa, et al., 2012, Granacher et al., 2011b). Dabei sollte das Standbein 30° gebeugt, die Hände in die Hüften gestützt und das Spielbein 45° im Knie gebeugt werden (Abb. 5.1). Der Blick war auf einen auf der gegenüber liegenden Wand angebrachten Fixpunkt ausgerichtet, der Oberschenkel des Spielbeines sollte hierbei aus den Augenwinkeln der Probandin noch sichtbar sein. Diese Position musste über das gesamte Messintervall beibehalten werden. Es erfolgte ein als solcher angekündigter Vorversuch und im Anschluss drei Messungen mit jeweils 60 s

Pause dazwischen. Es wurde der Mittelwert aus drei Versuchen gebildet und für die weitere Bearbeitung verwendet.

Die Reliabilitätsmessung bei zwei Messzeitpunkten über Cronbachs Alpha (Maß der internen Konsistenz einer Skala) hat für die beschriebene Methode zur Messung des statischen Gleichgewichts einen Reliabilitätskoeffizienten von 0,936 ergeben (Anhang I, Abb. 17.2). Dieser Wert ist nach George & Mallery (2002) als exzellent einzustufen. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ergab einen Wert von 0,928 (sehr hohe Korrelation, Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,000 (Anhang I, Tab. 17.17).

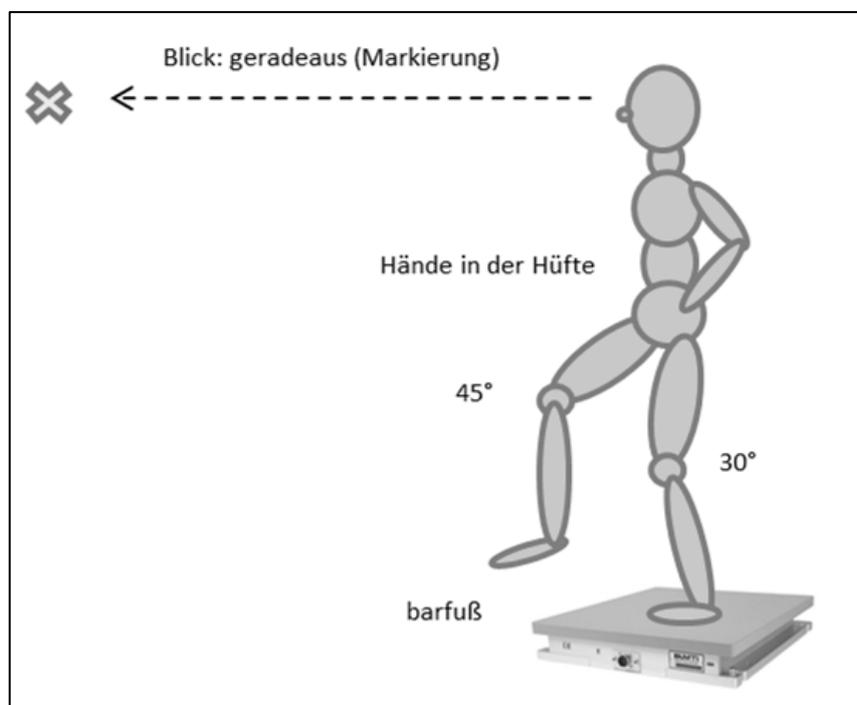


Abb. 5.1: Positionierung der Probandin auf der Kraftmessplatte bei der Messung des statischen Gleichgewichts (eigene Darstellung)

Auswertung

Die aufgezeichneten Rohdaten aus den AMTI-Messungen wurden exportiert und mithilfe von Matlab (Mathworks, Stadt, USA) weiterbearbeitet. Um mögliche Störfaktoren zu Beginn jeder Messung auszuschließen und anschließend eine verwertbare Periode der Datenerfassung für eine valide Analyse zu gewährleisten, wurden die ersten 10 s jeder Messung abgeschnitten (Kapteyn et al., 1983). Das statische Gleichgewicht wurde somit über einen Zeitraum von 30 s in medio-lateraler und anterior-posteriorer Richtung separat berechnet. Die Rohdaten

wurden mit einem 10 Hz Butterworth-Filter 2. Ordnung gefiltert. Als Maß für die Standstabilität wurden die Schwankungswege s_x und s_y sowie der Gesamtschwankungsweg s_r für das Messintervall von 30 s errechnet. Hierfür wurden die Beschleunigungssignale zweifach integriert:

1. Berechnung der Geschwindigkeit: $v = \int a(t)dt + v_0$
2. Berechnung des Weges: $s = \int v(t)dt + s_0$

Die Integrationskonstante (Anfangsgeschwindigkeit) v_0 bzw. s_0 wurde über eine lineare Regression bestimmt.

Mithilfe des Satz des Pythagoras: $s_r = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$ und die Aufsummierung der Werte erfolgte die Berechnung des Gesamtschwankungsweges S_r .

Im Anschluss an den ersten Teil erfolgten die Messungen des dynamischen (reaktiven/ proaktiven) Gleichgewichts. Der Star Excursion Balance Test (SEBT) (Hertel, Braham, Hale, & Olmsted-Kramer, 2006, Gribble & Hertel, 2003) gilt als gängige Testvariante für das dynamische Gleichgewicht, sowie auch die Verwendung eines Stabilometers (horizontal frei schwingende Plattform) wie z.B. des Posturomeds, sowie das Biodex Balance System (Cachupe, Shifflett, Kahanov, & Wughalter, 2001).

Für die vorliegende Untersuchung des dynamischen Gleichgewichts wurden zwei verschiedene Messabläufe verwendet, welche in randomisierter Form durchgeführt wurden, um eine systematische Verzerrung der Effekte durch eine vorherige Festlegung der Messreihenfolge zu verhindern. Es wurde ein Posturomed der Firma Haider Bioswing in Kombination mit MicroSwing verwendet. Die Plattform des Gerätes (12 kg, 60x60 cm) ist in ihren vier Ecken an 15 cm langen Stahlseilen aufgehängt und kann 5 cm über der Bodenfläche pendeln (Müller, Günther, Krauß, & Horstmann, 2004), wodurch dynamische Translationsbewegungen in der Transversalebene möglich sind (zu technischen Details vgl. Müller, et al. (2004)). Durch seitlich an der Plattform angebrachte sensible Beschleunigungssensoren vom Typ B des Messsystems MicroSwing kann die Beschleunigung der Plattenbewegungen und damit der Schwankungsweg in medio-lateraler und anterior-posteriorer Richtung gemessen und mithilfe der zugehörigen Software ausgewertet sowie mit anderen Programmen weiterverarbeitet werden. Die zusätzlich an der Platte angebrachten

Bremsen waren für alle Messungen komplett geöffnet. (Müller, et al., 2004) konnten anhand ihrer Untersuchung des Schwingungsverhaltens der Posturomed-Plattform zeigen, dass das Gesamtwegsignal eine geeignete Messgröße zur Quantifizierung der Balancevermögens auf der Platte darstellt.

Aufgrund der Habituationseffekte mit sehr großen Ausgleichbewegungen innerhalb der ersten ein bis drei Minuten auf dem Posturomed durften die Probandinnen bereits vor Beginn der Hauptuntersuchung auf der Plattform stehen und sich eingewöhnen (Röttger, Mornieux, & Gollhofer, 2011, Bruhn, et al., 2004).

Vor der Messung des reaktiven Gleichgewichts wurde die Platte um 2,5 cm in medio-lateraler Richtung ausgelenkt und arretiert (Turbanski & Schmidtbleicher, 2010, Granacher, Gruber, & Gollhofer, 2009a, Granacher, Gruber, & Gollhofer, 2009b). Die Probandin nahm auf der ausgelenkten und fixierten Platte die bereits bekannte Position ein (barfuß, Einbeinstand, dominantes Bein, Hände in den Hüften, Standbein 30°, Spielbein 45°). Der Blick war auch bei dieser Messung auf einen gegenüber liegenden Fixpunkt ausgerichtet. Die Erfassung des reaktiven Gleichgewichts erfolgte mithilfe eines von lateral gesetzten Störreizes durch Lösen der Arretierung während der Messung (Turbanski & Schmidtbleicher, 2010, Granacher et al., 2011a). Der Beginn der Messung wurde durch ein vorher vereinbartes Startkommando bekanntgegeben. Innerhalb von 3 s ab diesem Kommando erfolgte das unerwartete Lösen der Arretierung, wodurch die Platte in ihre Ausgangsposition zurückschwang. Das Lösen der Arretierung erfolgte innerhalb der 3 s in variablen Zeitabständen. Auf diese Weise konnte die Probandin den jeweiligen Zeitpunkt nicht antizipieren. Die Probandin hatte nun die Aufgabe, die eingenommene Standposition trotz der Störung beizubehalten und die Plattform so ruhig wie möglich zu halten (Abb. 5.2). Der Zeitraum des Messintervalls ab dem Lösen der Arretierung umfasste 10 s. Es erfolgten ein Vorversuch und im Anschluss drei Messungen mit jeweils 1 min Pause dazwischen. Es wurde der Mittelwert aus drei Versuchen gebildet und für die weitere Bearbeitung verwendet.

Die Reliabilitätsmessung bei zwei Messzeitpunkten über Cronbachs Alpha hat für die beschriebene Methode zur Messung des reaktiven Gleichgewichts einen Reliabilitätskoeffizienten von 0,666 ergeben (Anhang I, Abb. 17.3). Dieser Wert ist nach George & Mallery (2002) zwischen fragwürdig und akzeptabel einzustufen.

Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ergab hier einen Wert von 0,501 (geringe bis mittlere Korrelation, (Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,085 (Anhang I, Tab. 17.18).

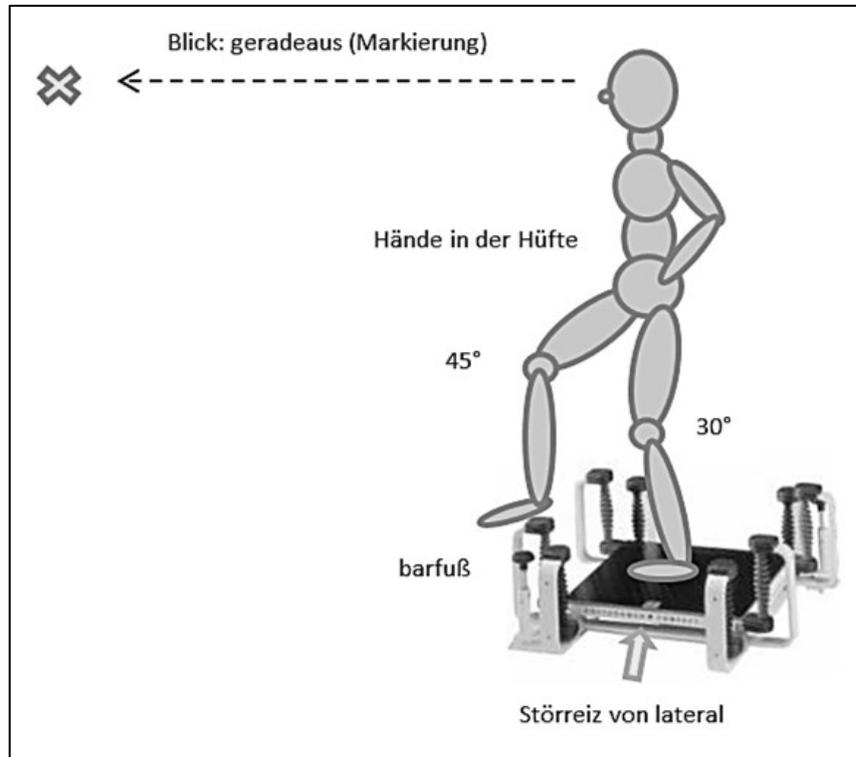


Abb. 5.2: Positionierung der Probandin auf dem Posturomed bei der Messung des reaktiven Gleichgewichts (eigene Darstellung)

Auswertung

Die mithilfe des Beschleunigungssensors aufgezeichneten Rohdaten aus den Posturomed-Messungen wurden exportiert und mithilfe von Matlab weiterbearbeitet. Als Maß für die Standstabilität wurden wiederum die Schwankungswege s_x und s_y sowie der Gesamtschwankungsweg s_r für das Messintervall von 10 s nach derselben Vorgehensweise wie beim statischen Gleichgewicht errechnet (siehe oben).

Das proaktive Gleichgewicht wurde ebenfalls auf dem Posturomed erfasst. Die Messung wurde in Anlehnung an Ricotti (2011) folgendermaßen konzipiert (vgl. hierzu Kap. 2.1.1):

Für den selbstgesetzten Störreiz musste die Probandin aus einer beinlängenabhängigen Entfernung auf die Plattform springen und dort in der

bereits bekannten oben beschriebenen Position 10 s stabil stehen bleiben (Abb. 5.3). Im Vorfeld wurde bei jeder Probandin die individuelle Beinlänge gemessen, welche hier als Grundlage für die Absprungmarkierung diente. Die Entfernung des Absprungpunktes bis zur äußersten Markierung des Posturomeds betrug die Hälfte der gemessenen Beinlänge und wurde für jede Probandin individuell abgemessen und entsprechend markiert. Nach dem Startkommando sprang die Probandin vom nicht dominanten auf das dominante Bein auf die Plattform und nahm dort sofort die vordefinierte Standposition ein. Die Aufgabe bestand darin, die durch das Aufspringen entstandenen Bewegungen der Platte so schnell wie möglich auszugleichen und wieder ruhig zu stehen und dabei die Standposition nicht zu verändern. Das auszuwertende Messintervall umfasste ab dem ersten Kontakt der Probandin auf der Plattform 10 s. Es erfolgten ein als solcher angekündigter Vorversuch und im Anschluss drei Messungen mit jeweils 60 s Pause dazwischen. Es wurde der Mittelwert aus drei Versuchen gebildet und für die weitere Bearbeitung verwendet.

Die Reliabilitätsmessung bei zwei Messzeitpunkten über Cronbachs Alpha hat für die beschriebene Methode zur Messung des proaktiven Gleichgewichts einen Reliabilitätskoeffizienten von 0,760 ergeben (Anhang I, Abb. 17.4). Dieser Wert ist nach George & Mallery (2002) zwischen akzeptabel und gut einzustufen. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ergab hier einen Wert von 0,616 (mittlere Korrelation, Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,039 (Anhang I, Tab. 17.19).

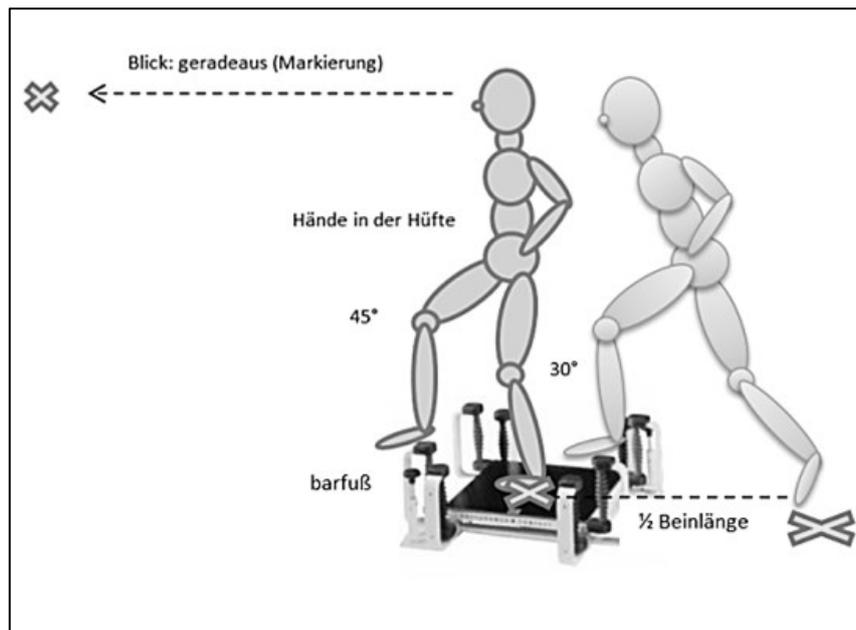


Abb. 5.3: Absprung und Positionierung der Probandin auf dem Posturomed bei der Messung des proaktiven Gleichgewichts (eigene Darstellung)

Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte nach der bereits für das statische und das reaktive Gleichgewicht beschriebenen Vorgehensweise.

Im Anschluss an die Gleichgewichtsmessungen erfolgte die Messung der Sprunghöhe bei langem Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (Komi & Bosco, 1978, Gollhofer, 1987) und somit Nutzung der gesamten Streckerkette (*M. gluetus maximus*, *M. quadriceps femoris*, *M. gastrocnemius*). Hierfür wurde der Counter Movement Jump (CMJ) angewendet. Der CMJ gilt als reliabler Test mit einem Intraclass-Coefficient (ICC) von $> 0,90$ (Jones & Lees, 2003). Gollhofer (1987) geben hier einen Test-Retest-Korrelationskoeffizienten von 0,965 an. Der in der vorliegenden Studie durchgeführte Test-Retest ergab einen ähnlich hohen Korrelationskoeffizienten (siehe unten). Als Messgerät diente die mobile 1-dimensionale Kraftmessplattform KISTLER Quattro Jump Typ 9290AD. Die Messfrequenz betrug hier 500 Hz. Die Aufnahme der Kraft-Zeit-Verläufe der jeweiligen Sprünge erfolgte mit der zugehörigen Software.

Um die Erfassung der reinen Sprunghöhe ohne Armeinsatz zu gewährleisten, mussten die Probandinnen während der Messung die Arme beim CMJ auf dem Rücken fixieren. Der CMJ begann beidbeinig im ruhigen aufrechten Stand. Auf ein

Startsignal musste die Probandin die Knie zügig in eine individuell optimale Vorspannung (ca. 90°) beugen und anschließend sofort vertikal nach oben springen, so hoch wie möglich und mit gestreckten Beinen (Komi & Bosco, 1978), (Markovic, Jukic, Milanovic, & Metikos, 2007). Bei der Landung waren die Knie gestreckt und wurden erst nach Auftreffen der Füße auf der Plattform gebeugt. Die Messung endete mit der anschließenden Extension der Knie in die Ausgangsposition (Batista, Roschel, Barroso, Ugrinowitsch, & Tricoli, 2011, Izquierdo, Aguado, Gonzalez, López, & Häkkinen, 1999). Nach einem Vorversuch folgten 3 Messungen mit je 15 s Pause zwischen den Sprüngen. Es wurde der Bestwert aus drei Versuchen gewählt und für die weitere Bearbeitung verwendet.

Die Reliabilitätsmessung bei zwei Messzeitpunkten über Cronbachs Alpha hat für die beschriebene Methode zur Messung der Sprungkraft im CMJ einen Reliabilitätskoeffizienten von 0,952 ergeben (Anhang I, Abb. 17.5). Dieser Wert ist nach George & Mallery (2002) als exzellent einzustufen. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ergab hier einen Wert von 0,921 (sehr hohe Korrelation, Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,000 (Anhang I, Tab. 17.20).

Auswertung

Mithilfe der zum Messsystem zugehörigen Software wurden die Kraft-Zeit-Verläufe der einzelnen Sprünge erfasst und gespeichert. Die Rohdaten wurden anschließend in Excel exportiert. Die Berechnung der Sprunghöhe h erfolgte über die Dauer des Sprunges $t_{flug} = t_2 - t_1$ mithilfe des Flugzeit-Verfahrens:
$$h = \frac{1}{8} \times g \times (t_{flug})^2.$$

Der Drop Jump (DJ) zur Messung der Reaktivkraft der Wadenmuskulatur im kurzen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (vgl. Kap. 2.1.2) erfolgte ebenfalls mithilfe des Messsystems Quattro Jump. Es wurde in Anlehnung an die Empfehlungen von Bobbert, Huijing, & van Ingen Schenau (1987) bzw. Schmidtbleicher & Gollhofer (1982) eine Absprung-Höhe von 30 cm gewählt. Bei dieser Höhe kann gewährleistet werden, dass die Probandinnen noch die Möglichkeit haben, mit den Fersen bei der Landung nicht auf dem Boden aufzuschlagen, um so eine ausgeprägtere Reflexaktivität zu erzielen (Schmidtbleicher & Gollhofer, 1982). Des Weiteren wurde diese Höhe im Hinblick auf die tänzerische Praxis gewählt.

Niedersprunghöhen im JMD gehen selten über diese Höhe hinaus, es sei denn es handelt sich um Abgänge aus diversen Hebefiguren oder um Landungen nach besonders hohen Sprüngen. In der Regel ist bei Ersterem jedoch der Heber mitbeteiligt und begleitet den Abgang und die Landung des Gehobenen und außerdem ist bei großen Fallhöhen verstärkt die gesamte Streckerkette involviert und nicht nur die Wadenmuskulatur. Der Drop Jump gilt als reliabler Test zur Messung der Reaktivkraft. (Gollhofer, 1987) gibt hier für eine Absprunghöhe von 32 cm einen Test-Retest-Korrelationskoeffizienten von 0,968 an. In der vorliegenden Studie ergab der Test-Retest einen Korrelationskoeffizienten von 0,741 (siehe unten).

Auf Kommando musste sich die Probandin aus dem aufrechten Stand von der Erhöhung mit einem Schritt nach vorn direkt auf die Platte fallen lassen und anschließend sofort beidbeinig vertikal nach oben springen. Der Absprung sollte dabei mit einer möglichst kurzen Bodenkontaktzeit und aus den Sprunggelenken erfolgen (Prellsprung). Die Knie sollten annähernd gestreckt bleiben und die Fersen keinen Bodenkontakt haben. Diese prellende Form des Drop Jumps wird auch als Bounce Drop Jump (BDJ) bezeichnet (Bobbert, et al., 1987). Die Messung endete mit der Landung auf der Platte. Es erfolgten ein als solcher angekündigter Vorversuch und im Anschluss drei Messungen mit jeweils 15 s Pause dazwischen. Die aufgezeichneten Daten wurden in Excel exportiert und dort weiterbearbeitet. Es wurde der Bestwert aus drei Versuchen gewählt und für die weitere Bearbeitung verwendet.

Die Reliabilitätsmessung bei zwei Messzeitpunkten über Cronbachs Alpha hat für die beschriebene Methode zur Messung der Sprungkraft im DJ einen Reliabilitätskoeffizienten von 0,849 ergeben (Anhang I, Abb. 17.6). Dieser Wert ist nach George & Mallery (2002) zwischen gut und exzellent einzustufen. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ergab hier einen Wert von 0,741 (mittlere Korrelation, Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,011 (Anhang I, Tab. 17.21).

Auswertung

Berechnet wurden:

- die Sprunghöhe h über das bereits oben beschriebene Flugzeit-Verfahren:

$$h = \frac{1}{8} \times g \times (t_{flug})^2$$

- die Bodenkontaktzeit: $t_{kontakt} = t_2 - t_1$
- der Performance-Index nach (Bruhn, et al., 2004). Dieser berechnet sich aus der Sprunghöhe und der nachfolgenden Bodenkontaktzeit:

$$Performance - Index = \frac{Sprunghöhe}{BKZ} = \frac{mm}{ms}$$

Den Abschluss der Hauptmessung bildete die Erfassung der maximal willkürlich isometrischen bzw. isokinetischen Maximalkraft in den sprungkraftrelevanten Muskelgruppen. Hierfür stand das isokinetische Kraftmesssystem ISOMED 2000 (D&R Ferstl GmbH) für isometrische, konzentrische und exzentrische Kraftmessungen zur Verfügung. Das Messsystem zeigte u.a. eine hohe Reproduzierbarkeit der Daten bei Messungen des maximalen Drehmoments bei konzentrischer und exzentrischer Kniestreckung (Dirnberger, Kösters, & Müller, 2012).

Mithilfe spezieller Adapter wurden für die vorliegende Studie Drehmomente in verschiedenen Gelenken erfasst. Es wurde mit dem Knie- und dem Fußgelenk-Adapter gearbeitet. Alle Messungen erfolgten mit dem dominanten Bein. Es wurden isometrische und isokinetische Maximalkraftmessungen der Knieextensoren und isokinetische Maximalkraftmessungen der Knieflexoren durchgeführt. Im Fußbereich wurden isometrische und isokinetische Maximalkraftmessungen der Fußextensoren und isokinetische Messungen der Fußflexoren durchgeführt.

Im Vorfeld der Messungen wurden mithilfe der Software alle wesentlichen Voreinstellungen bzgl. des Messablaufes am ISOMED 2000 vorgenommen. Zu Beginn der isometrischen bzw. der nachfolgenden isokinetischen Maximalkraftmessung der Knieextensoren/-flexoren wurde die Probandin im Sitzen auf der Maschine positioniert. Im Hüftgelenk wurde durch eine entsprechende Positionierung der Sitzlehne ein Winkel von 90° eingestellt. Anschließend wurde die Probandin mithilfe des Beckengurts, der Schulterfixatoren

und der Oberschenkelmanschette in der endgültigen Testposition fixiert. Rechts und links befanden sich Haltegriffe, welche ebenfalls für die Probandin individuell eingestellt wurden. Im Anschluss erfolgte die individuelle Anpassung und Einstellung des Dynamometers und des Knie-Adapters mithilfe eines am Gerät angebrachten Laserpointers, mit welchem die korrekte Position des Kniegelenkes zum Gerät festzustellen war (Abb. 5.5). Als Orientierungspunkt für die anatomische Achse des Kniegelenks diente hier der *Epicondylus lateralis femoris* (seitlicher Gelenkknorren des Oberschenkelknochens) (Westblad, et al., 1995). Der Hebelarm wurde zwei Fingerbreit oberhalb des Fußrückens am Unterschenkel befestigt - dies entspricht ca. 95% der Gesamtstrecke zwischen Kniegelenk und Fußrücken (vgl. auch Abb. 5.4), so dass den Probandinnen noch die volle Bewegungsweite in der Dorsalextension möglich war (Kramer, Hill, Jones, Sandrin, & M., 1989).

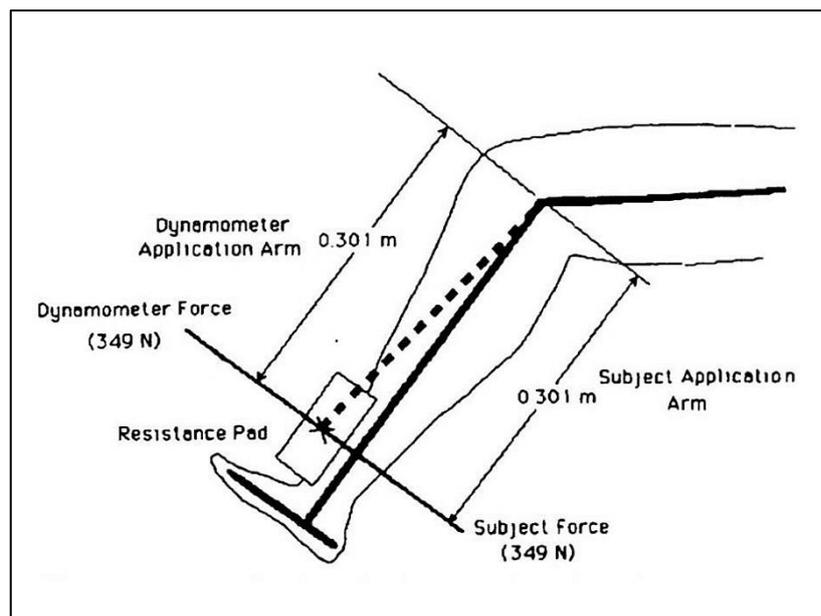


Abb. 5.4: Ideale Positionierung des Hebelarmes am Unterschenkel bei isometrischen/isokinetischen Maximalkraftmessungen der Knieextensoren- bzw. Knieflexoren (Kramer, et al., 1989)

Nach den individuellen Einstellungen am Gerät erfolgte die Festlegung der Bereichsgrenzen für die jeweilige Testperson. Durch die Betätigung eines Freigabe-Knopfes durch die Studienleiterin konnte die Probandin den Hebelarm des Knieadapters bewegen. Als Nullpunkt wurde die komplette Extension des Kniegelenks festgelegt, wobei eine eventuelle Hyperbeweglichkeit im Kniegelenk beachtet werden musste. Von diesem Punkt wurde mithilfe der Software der 90°-

Winkel im Kniegelenk definiert und diese Gelenkeinstellung mithilfe eines Goniometers nochmals überprüft und ggf. korrigiert (Barber-Westin, Noyes, & Galloway, 2006, Ahmad et al., 2006). Dieser 90°-Winkel wurde für die isometrische Messung im System gespeichert, ebenso der gesamte Bewegungsbereich, in welchem später die isokinetische Messung stattfinden sollte. Dieser wurde zwischen 90° unterhalb der individuell maximalen Knieextension bis 10° unterhalb der individuell maximalen Knieflexion festgelegt (ca. 170°) (Abb. 5.5). Vor Beginn der eigentlichen Messung erfolgte eine Drehmomentmessung, um das Gewicht des Beines aus der eigentlichen Messung herauszurechnen (vgl. auch Kannus, 1988).



Abb. 5.5: Kniewinkel 90°-170° (10° unterhalb der individuellen Streckung) bei der isometrischen und isokinetischen Maximalkraftmessung der Knieflexoren und -extensoren (links/ oben rechts); individuelle Anpassung und Festlegung der korrekten Position des Kniegelenkes zum Gerät und Einstellung des Dynamometers mithilfe des Laserpointers (unten rechts); (eigene Darstellung)

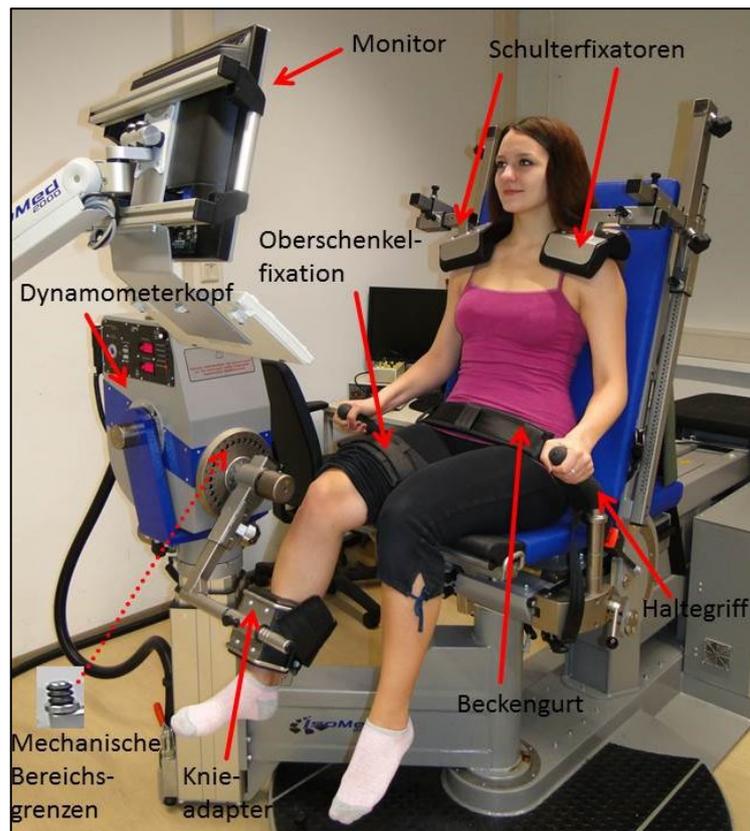


Abb. 5.6: Isometrische und isokinetische Maximalkraftmessungen im Kniegelenk am isokinetischen Kraftmesssystem ISOMED 2000 (D&R Ferstl GmbH); (eigene Darstellung)

Für die Messung der maximal willkürlich isometrischen Maximalkraft der Knieextensoren musste die Probandin bei 90° gebeugtem Kniegelenk 2-3 s maximal kräftig und mit schnellem Kraftanstieg gegen den Widerstand des Adapters „strecken“. Es erfolgten ein Vorversuch und anschließend drei Messungen mit jeweils 60 s Pause dazwischen. Dieser Ablauf wurde im System vorprogrammiert. Die Maximalkraftmessungen wurden in Anlehnung an die Empfehlungen von (Gandevia, 2001) durchgeführt. Die Probandin bekam mithilfe des Monitors ein visuelles Feedback und erhielt eine verbale Motivation durch den Versuchsleiter. Maximale Leistungsanforderungen setzen immer maximale subjektive Bereitschaft voraus. Die Zusatzmotivation wurde bei allen Probandinnen annähernd standardisiert durchgeführt, d.h. es wurden möglichst die gleichen Zurufe in annähernd gleicher Anzahl gegeben.

Die Erfassung der Maximalkraft der Knieextensoren und Knieflexoren während der Beuge- und Streckbewegung im Kniegelenk von 90°-170° erfolgte im Anschluss mit einer Winkelgeschwindigkeit von 60°/s (Cronin & Hansen, 2005, Hamilton, et al., 1992) und mit den bestehenden Einstellungen am Gerät. Es erfolgten wieder 4

Sätze, wovon der erste den Probeversuch darstellte, welchem 3 Messungen mit jeweils 5 Wiederholungen Knieflexion und Knieextension folgten. Die Probandin hatte die Aufgabe, die Bewegungen maximal kräftig, mit schnellem Kraft-Anstieg und bis zur Grenze des festgelegten Bewegungsbereichs durchzuführen. Begonnen wurde jeder Satz mit der Knieflexion, nachdem der Adapter mit dem fixierten Bein der Probandin in die individuell festgelegte Startposition gefahren war. Auch hier wurde versucht, durch Motivation von außen und durch die Monitoranzeigen maximale Messwerte zu erreichen.

Es wurde der Bestwert aus drei Versuchen gewählt und für die weitere Bearbeitung verwendet.

Die Reliabilitätsmessung bei zwei Messzeitpunkten über Cronbachs Alpha hat für die beschriebene Methode zur Messung der isometrischen Maximalkraft der Knieextensoren einen Reliabilitätskoeffizienten von 0,924 ergeben (Anhang I, Abb. 17.7). Dieser Wert ist nach George & Mallery (2002) als exzellent einzustufen. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ergab hier einen Wert von 0,875 (hohe Korrelation, Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,001 (Anhang I, Tab. 17.23).

Bei der Messung der isokinetischen Maximalkraft der Knieflexoren ergab sich ein Reliabilitätskoeffizient von 0,951 (Anhang I, Abb. 17.8). Dieser Wert ist nach George & Mallery (2002) als exzellent einzustufen. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ergab hier einen Wert von 0,919 (sehr hohe Korrelation, Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,000 (Anhang I, Tab. 17.24). Für die Messung der isokinetischen Maximalkraft der Knieextensoren ergaben sich ähnliche Werte: ein Reliabilitätskoeffizient von 0,966 (Anhang I, Abb. 17.9) - exzellent (George & Mallery, 2002) und ein Korrelationskoeffizient nach Pearson von 0,939 (sehr hohe Korrelation, Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,000 (Anhang I, Tab. 17.25).

Auswertung

Als Parameter für die maximal willkürlich isometrische Maximalkraft der Knieextensoren wurde das vom Isomed 2000 berechnete maximale Drehmoment jedes Satzes dieser Messung exportiert. Ebenso diente das maximale Drehmoment von Knieextension bzw. -flexion aus jedem Satz der isokinetischen

Messungen als Parameter für die maximal willkürlich isokinetische Maximalkraft von Knieextensoren und -flexoren.

Die Daten wurden auf das Körpergewicht normalisiert (Maximalkraft/Körpergewicht) und entsprechend ausgewertet.

Im Anschluss an die Messungen im Kniegelenk erfolgte eine kurze Umbaupause. Der Knie- wurde mit dem Fußgelenk-Adapter ausgetauscht. Die Rückenlehne wurde komplett nach unten gefahren und so eine flache Liegefläche geschaffen. Diese Umbaupause betrug maximal 5 min und bot der Probandin die Möglichkeit, etwas zu trinken und sich auf die letzte Messung einzustellen.

Für die isometrische Maximalkraft-Messung der Fußextensoren wurde die Probandin gebeten, sich auf die Liege zu legen und den Fuß des dominanten Beines in der Adaptervorrichtung zu positionieren. Der Winkel der Fußfläche betrug dabei 90° zur Liegefläche (Abb. 5.7). Nach der Fixierung des Fußes am Adapter erfolgten mithilfe des Laserpointers zur exakten Feststellung der Gelenkpositionen alle wesentlichen Einstellungen am Gerät. Die Wade lag auf der Liege auf, ohne gequetscht zu werden. Anschließend wurde die Probandin mithilfe des Beckengurts, der Schulterfixatoren und einer Vorrichtung zur Oberschenkel- und Kniestabilisierung in der endgültigen Testposition fixiert (Abb. 5.8). Zum Festhalten dienten der Probandin in dieser Position der Beckengurt oder die Schulterfixatoren.

Nach den individuellen Einstellungen am Gerät erfolgte die Festlegung der Bereichsgrenzen. Als Nullpunkt wurde die 90° -Position angenommen. In dieser Gelenkstellung sollte die isometrische Maximalkraftmessung stattfinden. Von diesem Punkt konnte die Probandin nach Freigabe des Hebelarmes und mit manueller Absicherung seitens der Studienleiterin durch Plantarflexion den Adapter bis zur individuellen Maximalextension des Fußes bewegen. Nach mehrmaligem Testen wurde derjenige Punkt als Bewegungsendpunkt für die isokinetische Messungen festgelegt, an dem der Fuß gestreckt war und von welchem aus die Probandin den Adapter auch aus eigener Kraft wieder in die 90° -Position bringen konnte (vgl. Abb. 5.7). Die Einstellungen des gesamten Bewegungsbereiches von 90° bis zur individuellen Maximalstreckung wurden für die isometrische und die isokinetische Messung im System gespeichert und die

mechanischen Bereichsgrenzen (Abb. 5.7) entsprechend eingesetzt. Zur Kontrolle und Korrektur konnte die Probandin nun mit dem Adapter noch einmal den gesamten Bewegungsbereich abfahren.

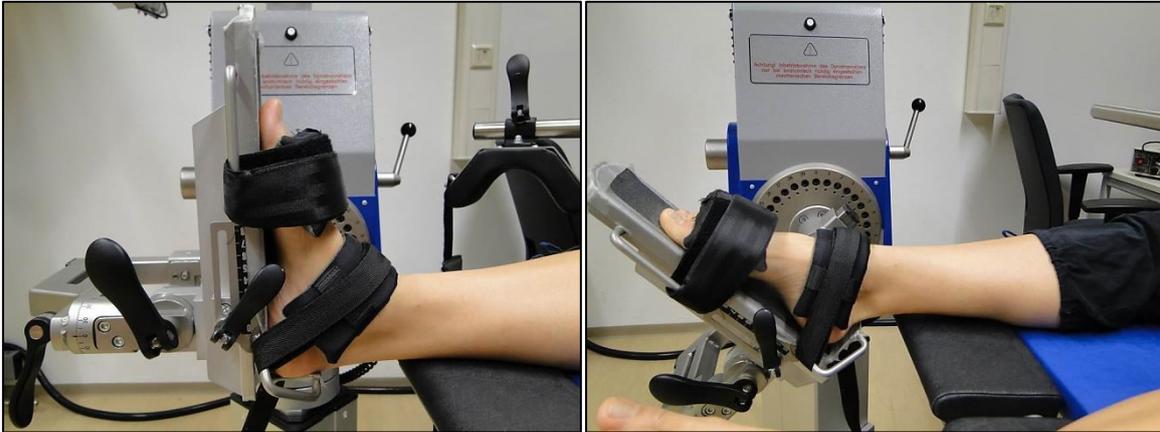


Abb. 5.7: Bewegungsbereich von 90° bis zur individuellen Maximalstreckung für die isometrische und die isokinetische Messung der Maximalkraft der Plantarflexoren und Dorsalextensoren (eigene Darstellung)

Es wurde mit der Messung der maximal willkürlich isometrischen Maximalkraft der Fußflexoren begonnen. Die Probandin musste den Fuß im 90°-Winkel 2-3 s maximal kräftig und mit schnellem Kraftanstieg gegen den Widerstand des Adapters strecken. Es erfolgten ein Vorversuch und anschließend drei Messungen mit jeweils 60 s Pause dazwischen. Dieser Ablauf wurde im System vorprogrammiert. Durch motivierendes Zurufen seitens der Studienleiterin und mithilfe der visuellen Rückkopplung durch die Anzeige der Kraftverlaufs-Kurve am Monitor sollten maximale Werte bei den Probandinnen erzielt werden (vgl. Abb. 5.8).

Im Anschluss erfolgte die Erfassung der Maximalkraft der Fußextensoren und Fußflexoren während der Beuge- und Streckbewegung im Sprunggelenk mit einer Winkelgeschwindigkeit von 20°/s. Diese bestand wieder aus 4 Sätzen mit einem Probeversuch und 3 anschließenden Messungen mit jeweils 5 Wiederholungen Dorsalextension und Plantarflexion. Die Probandin sollte die Bewegungen maximal kräftig, mit schnellem Kraft-Anstieg und bis zur Grenze des festgelegten Bewegungsbereichs durchführen. Begonnen wurde immer mit der Plantarflexion aus dem 90°-Winkel. Auch hier wurde versucht, durch Motivation von außen und durch die Monitoranzeigen maximale Messwerte zu erreichen.

Es wurde der Bestwert aus drei Versuchen gewählt und für die weitere Bearbeitung verwendet.

Die Reliabilitätsmessung bei zwei Messzeitpunkten über Cronbachs Alpha hat für die beschriebene Methode zur Messung der isometrischen Maximalkraft der Fußstrecker einen Reliabilitätskoeffizienten von 0,917 ergeben (Anhang I, Abb. 17.10). Dieser Wert ist nach George & Mallery (2002) als exzellent einzustufen. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ergab hier einen Wert von 0,848 (hohe Korrelation, Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,002 (Anhang I, Tab. 17.26).

Bei der Messung der isokinetischen Maximalkraft der Fußstrecker ergab sich ein Reliabilitätskoeffizient von 0,953 (Anhang I, Abb. 17.11). Dieser Wert ist nach George & Mallery (2002) als exzellent einzustufen. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson ergab hier einen Wert von 0,920 (sehr hohe Korrelation, Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,000 (Anhang I, Tab. 17.27). Für die Messung der isokinetischen Maximalkraft der Fußbeuger ergaben sich ähnliche Werte: ein Reliabilitätskoeffizient von 0,909 (Anhang I, Abb. 17.12) - exzellent (George & Mallery, 2002) und ein Korrelationskoeffizient nach Pearson von 0,837 (hohe Korrelation, Bühl, 2008) mit einer einseitigen Signifikanz von 0,002 (Anhang I, Tab. 17.28).

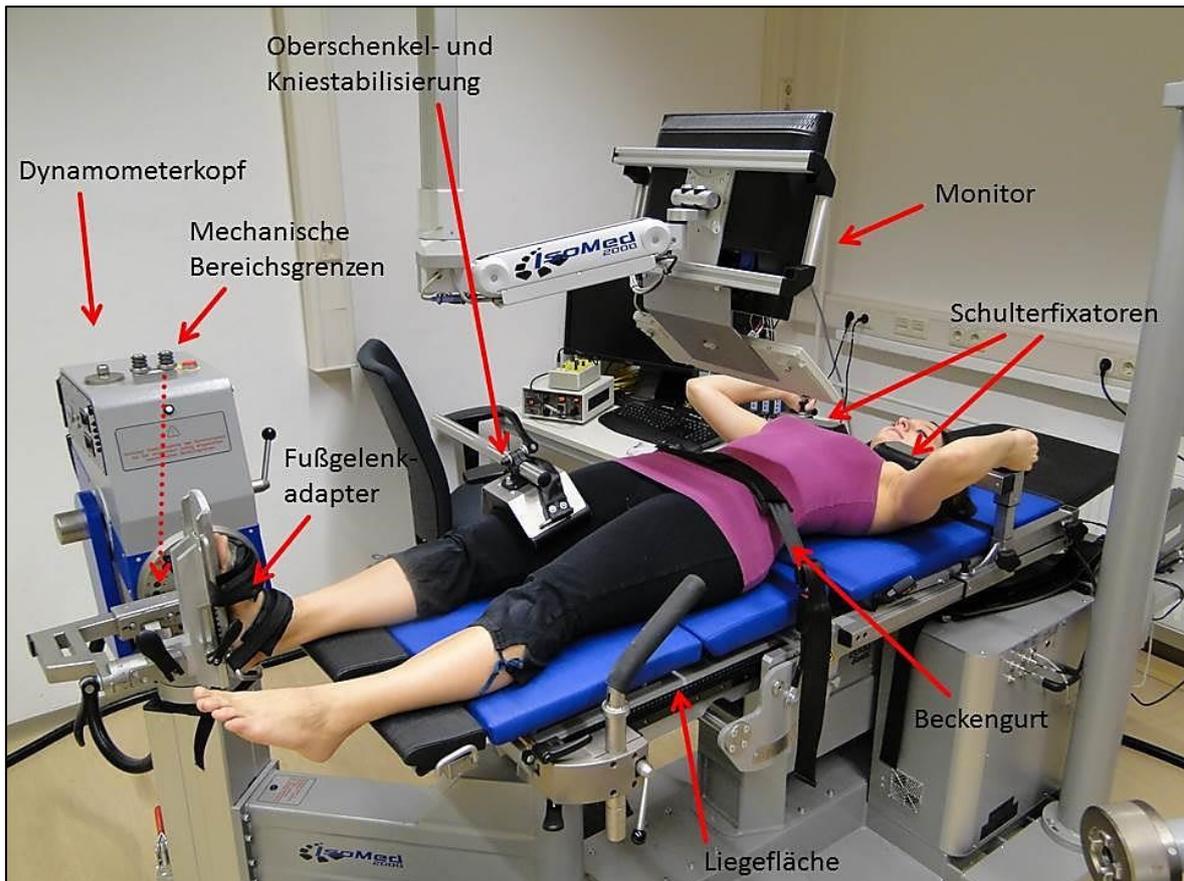


Abb. 5.8: Isometrische und isokinetische Maximalkraftmessungen im Sprunggelenk am isokinetischen Kraftmesssystem ISOMED 2000 (D&R Ferstl GmbH); (eigene Darstellung)

Auswertung

Als Parameter für die maximal willkürlich isometrische Maximalkraft der Fußextensoren wurde das vom Messsystem Isomed berechnete maximale Drehmoment jedes Satzes dieser Messung exportiert. Ebenso diente das maximale Drehmoment von Knieextension bzw. -flexion aus jedem Satz der isokinetischen Messungen als Parameter für die maximal willkürlich isokinetische Maximalkraft von Fußextensoren und -flexoren. Des Weiteren wurden die Relationswerte von Fußflexoren zu Fußextensoren in die weitere Auswertung einbezogen.

5.3 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit IBM SPSS Statistics 19. Es wurden die Kenngrößen Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Zur Prüfung auf Normalverteilung wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test herangezogen. Alle zu untersuchenden Werte waren normalverteilt (Tab. 17.6, Tab. 17.7, Tab. 17.8). Der Levene-Test diente zur Prüfung auf Homogenität der Varianzen und die Prüfung auf Mittelwertunterschiede erfolgte mithilfe einer einfaktoriellen ANOVA (BL vs. OL vs. KG). Bei Varianzhomogenität wurde zum Vergleich der Mittelwertunterschiede die Scheffé-Prozedur vorgenommen, bei Ungleichheit der Varianzen wurde hierfür der Tamhane-Test angewendet.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit (Signifikanzniveau) wurde auf $p \leq 0,05$ festgelegt und in der Ergebnisdarstellung in Anlehnung an Bühl (2008) gekennzeichnet (Tab. 5.4).

Tab. 5.4: *Irrtumswahrscheinlichkeit, Bedeutung und Symbolisierung modifiziert nach Bühl (2008)*

Irrtumswahrscheinlichkeit	Bedeutung	Symbolisierung
$p > 0,05$	nicht signifikant	Ns
$p \leq 0,05$	signifikant	*
$p \leq 0,01$	hoch signifikant	**
$p \leq 0,001$	höchst signifikant	***

Im Anhang I (Kap. 17) sind alle wesentlichen Tabellen zur Statistik enthalten.

6 Ergebnisse Studie I

Im Folgenden werden die Ausprägungen der einzelnen Parameter zwischen den Gruppen verglichen und die jeweiligen Unterschiede auf Signifikanz überprüft.

6.1 Gleichgewichtsfähigkeit

Abb. 6.1 zeigt beispielhaft bei einer Probandin der 2. BL die Körperschwerpunktverschiebungen beim statischen Gleichgewicht im Zeitverlauf.

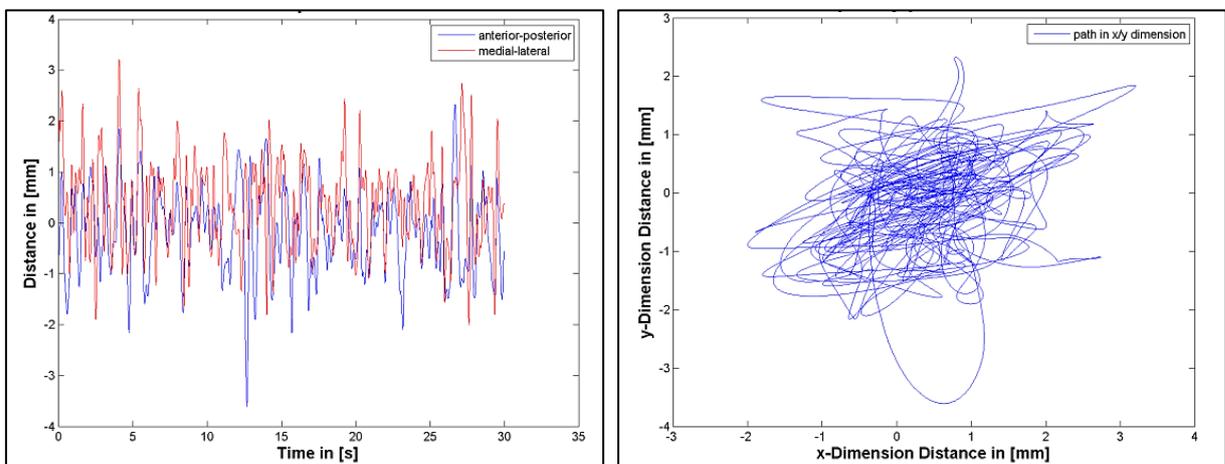


Abb. 6.1: Weg-Zeit-Verlauf der Körperschwerpunktverschiebungen nach anterior-posterior und nach medio-lateral im Einbeinstand über 30 s bei einer Probandin der 2. BL (eigene Darstellung)

Die statistische Auswertung hat für das statische Gleichgewicht signifikante Unterschiede im Gesamtschwankungsweg des Körperschwerpunktes zwischen den BL- und den OL-Tänzerinnen und der KG ergeben (Abb. 6.2). Die Mittelwerte der BL unterscheiden sich beim statischen Gleichgewicht mit einem niedrigeren Gesamtschwankungsweg von 529,6 mm ($\pm 139,1$) hoch signifikant ($p=0,006$) von denen der OL mit 782,1 mm ($\pm 223,9$) und signifikant ($p=0,025$) von denen der KG mit 743,8 mm ($\pm 215,1$). Es liegen keine signifikanten Unterschiede zwischen OL und KG vor.

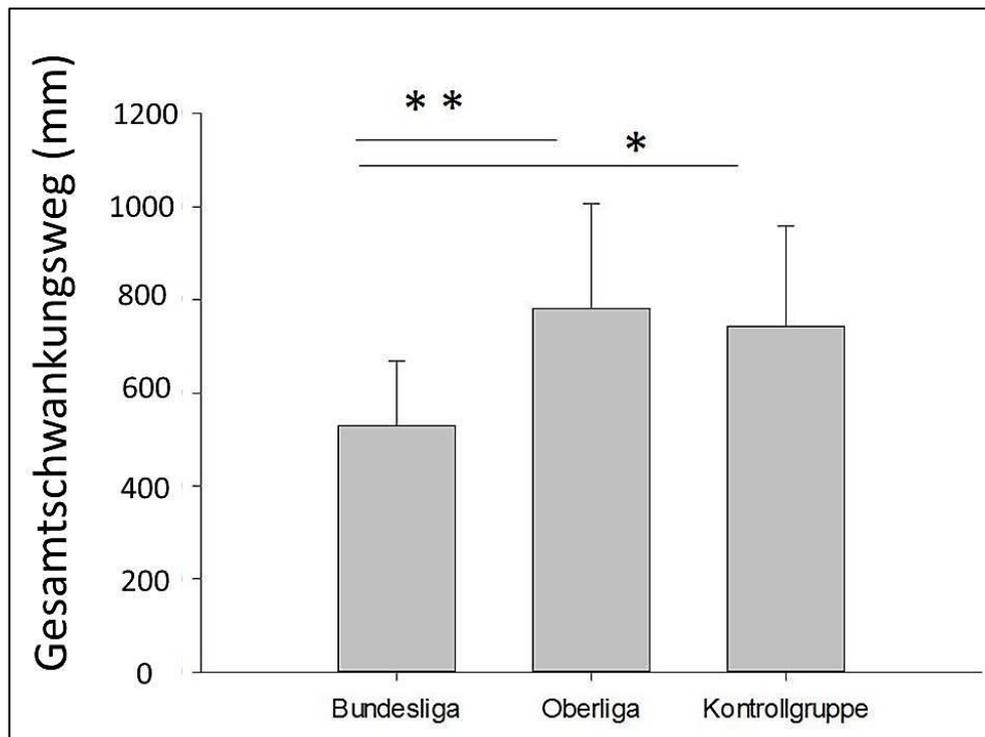


Abb. 6.2: Mittelwerte und Standardabweichung des Gesamtschwankungswegs beim statischen Gleichgewicht im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)

Bei differenzierter Betrachtung der Schwankungswege in medio-lateraler und anterior-posteriorer Richtung ergaben sich folgende Unterschiede zwischen den Gruppen: Die BL-Formation zeigt in medio-lateraler Richtung mit einem mittleren Schwankungsweg von 404,6 mm ($\pm 124,4$) hoch signifikant ($p=0,004$) niedrigere Schwankungen als die OL (627,8 mm, $\pm 183,6$) und signifikant ($p=0,015$) niedrigere Schwankungen als die KG (601,9 mm, $\pm 190,0$). OL und KG unterscheiden sich nicht (Abb. 6.3). Ähnlich verhält es sich in anterior-posteriorer Richtung - hier zeigt die statistische Analyse signifikante ($p=0,031$) Unterschiede zwischen der BL (264,0 mm, $\pm 52,7$) und der OL (351,9 mm, $\pm 103,4$). Zwischen BL und KG (325,1 mm, $\pm 92,1$) sowie zwischen OL und KG gibt es jedoch keine signifikanten Unterschiede (Abb. 6.4).

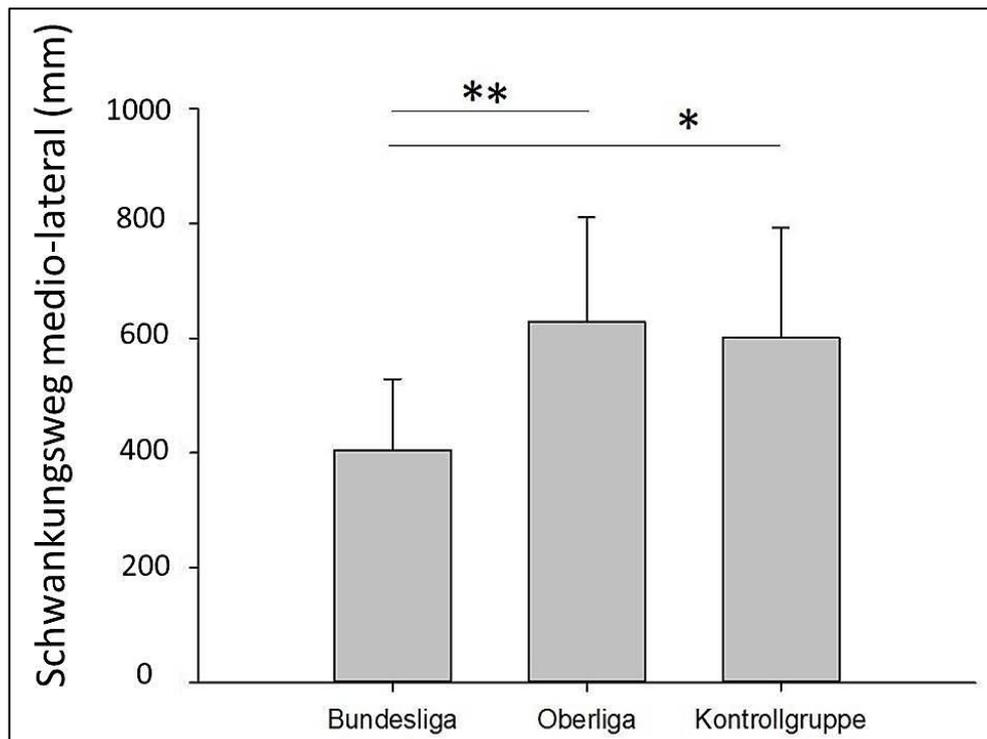


Abb. 6.3: Mittelwerte und Standardabweichung des Schwankungswegs in medio-lateraler Richtung beim statischen Gleichgewicht im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)

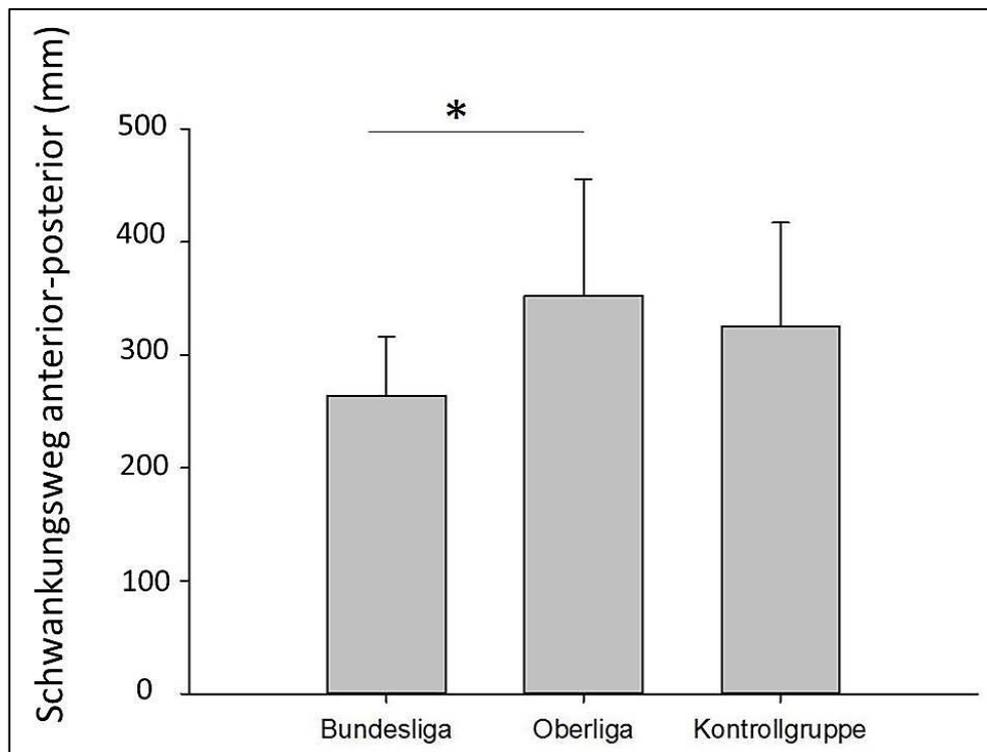


Abb. 6.4: Mittelwerte und Standardabweichung des Schwankungswegs in anterior-posteriorer Richtung beim statischen Gleichgewicht im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)

(Abb. 6.5) zeigt beispielhaft bei einer Probandin der 2. BL die Körperschwerpunktverschiebungen auf dem Posturomed nach Lösen der Arretierung im Zeitverlauf. Aufgrund eines messtechnischen Ausfalls konnten die Werte des reaktiven Gleichgewichts von zwei Probandinnen der BL (N=13) und die Werte des proaktiven Gleichgewichts von einer Probandin der BL nicht in die statistische Auswertung mit einbezogen werden (N=14).

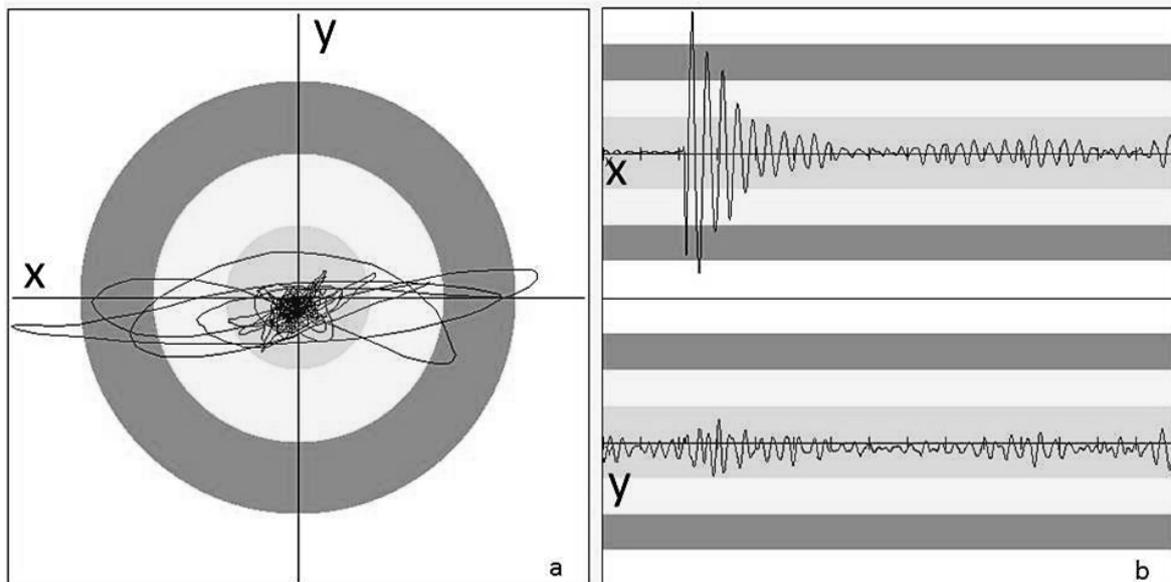


Abb. 6.5: Körperschwerpunktverschiebungen nach medio-lateral (x) und anterior-posterior (y) beim reaktiven Gleichgewicht in der Draufsicht (a) und im Zeitverlauf von 15 s (b) bei einer Probandin der 2. BL (eigene Darstellung)

Beim reaktiven Gleichgewicht gab es im Gesamtschwankungsweg zwischen der BL-Formation (57,6 mm, $\pm 15,8$), der OL (76,7, $\pm 21,9$) und der KG (71,3 mm, $\pm 22,0$) keine signifikanten Unterschiede. Hinsichtlich des Schwankungswegs in medio-lateraler Richtung zeigte die BL mit 47,4 mm ($\pm 12,8$) jedoch signifikant ($p=0,042$) kleinere Schwankungen als die OL mit 65,2 mm ($\pm 19,6$). BL und KG sowie OL und KG unterschieden sich hier nicht signifikant (Abb. 6.6). Auch in anterior-posteriorer Richtung gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (Tab. 6.1).

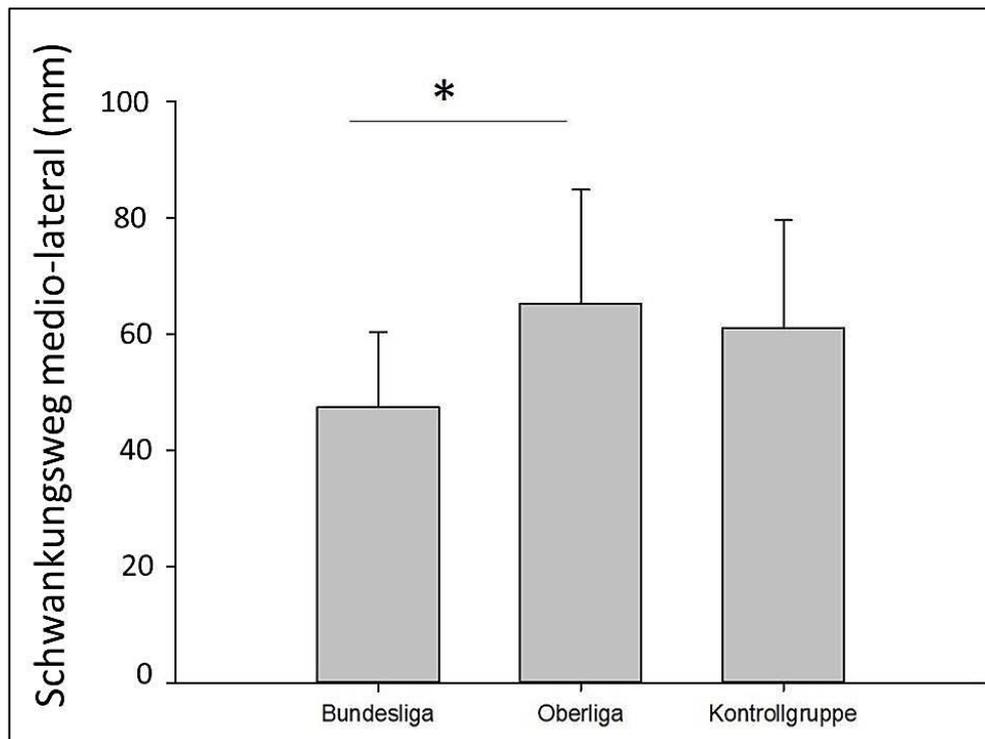


Abb. 6.6: Mittelwerte und Standardabweichung des Schwankungswegs in medio-lateraler Richtung beim reaktiven Gleichgewicht im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)

Die Untersuchung des proaktiven Gleichgewichts (Sprung auf das Posturomed) ergab keine signifikanten Unterschiede (vgl. Tab. 6.1).

Tab. 6.1: Deskriptive Statistik zum statischen und dynamischen Gleichgewicht für Bundesliga (BL), Oberliga (OL) und KG (Kontrollgruppe)

Parameter		N	Mittelwert (mm)	Standardabweichung
Statisches Gleichgewicht ges.	BL	15	530	139
	OL	13	782	224
	KG	12	744	215
medio-lateral	BL	15	405	124
	OL	13	628	184
	KG	12	602	190
anterior-posterior	BL	15	264	52,7
	OL	13	352	103,4
	KG	12	325	92,1
Reaktives Gleichgewicht ges.	BL	13	57,6	15,9
	OL	13	76,6	21,9
	KG	12	71,3	22,0
medio-lateral	BL	13	47,4	12,8
	OL	13	65,2	19,6
	KG	12	61,0	18,6
anterior-posterior	BL	13	22,9	9,7
	OL	13	29,2	9,4
	KG	12	25,5	11,4
Proaktives Gleichgewicht ges.	BL	14	65,2	13,0
	OL	13	74,4	17,3
	KG	12	78,5	21,1
medio-lateral	BL	14	40,2	9,7
	OL	13	47,1	12,9
	KG	12	51,6	17,4
anterior-posterior	BL	14	41,1	9,4
	OL	13	46,4	10,4
	KG	12	46,7	10,7

6.2 Kraftfähigkeit

Bei der Messung der Sprunghöhe mithilfe des CMJ zeigte die BL-Formation mit 28,8 cm ($\pm 4,51$) signifikant ($p=0,029$) höhere Leistungen als die OL mit 25,0 cm ($\pm 3,29$). Die KG mit 28,7 cm ($\pm 2,58$) und die BL unterschieden sich hier nicht signifikant, jedoch zeigte auch die KG signifikant ($p=0,048$) höhere Leistungen als die OL (Abb. 6.7).

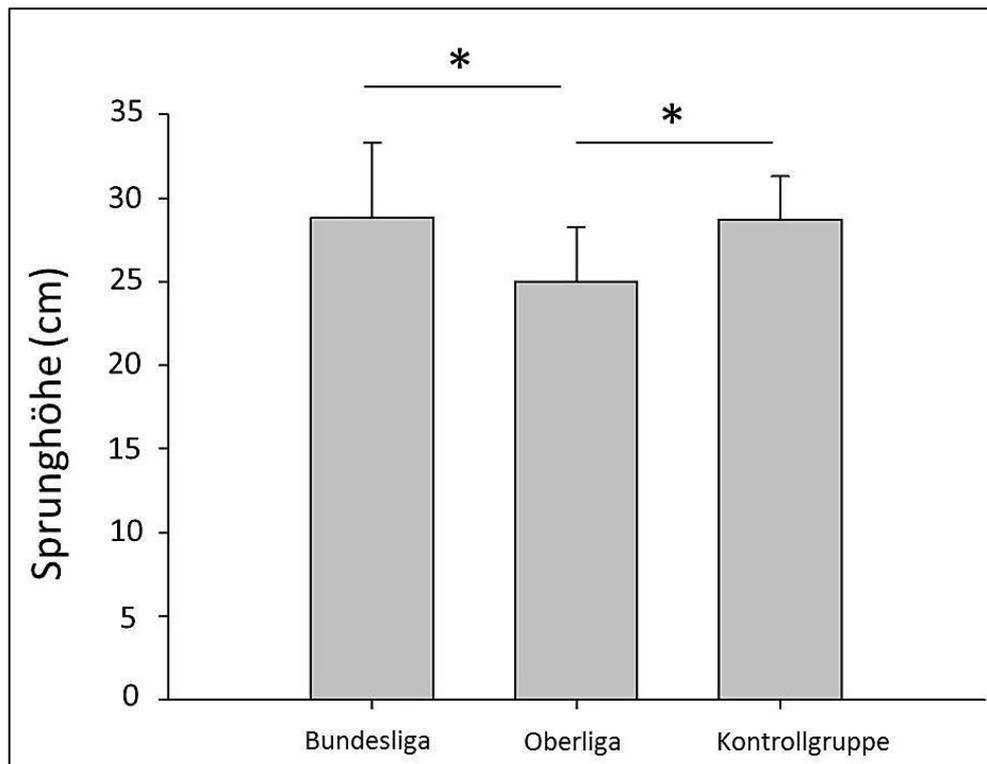


Abb. 6.7: Mittelwerte und Standardabweichung der Sprunghöhe beim Counter Movement Jump im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe (eigene Darstellung)

Im Rahmen der Reaktivkraftmessung sprang die BL-Formation im Durchschnitt 19,8 cm ($\pm 5,86$), die OL 17,3 cm ($\pm 3,76$) und die KG 23,1 cm ($\pm 5,72$) hoch. Es konnten hierbei keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der BL und der OL bzw. der BL und der KG festgestellt werden. Auffallend waren jedoch die signifikant ($p=0,031$) höheren Sprunghöhen-Werte der KG gegenüber der OL (Abb. 6.8).

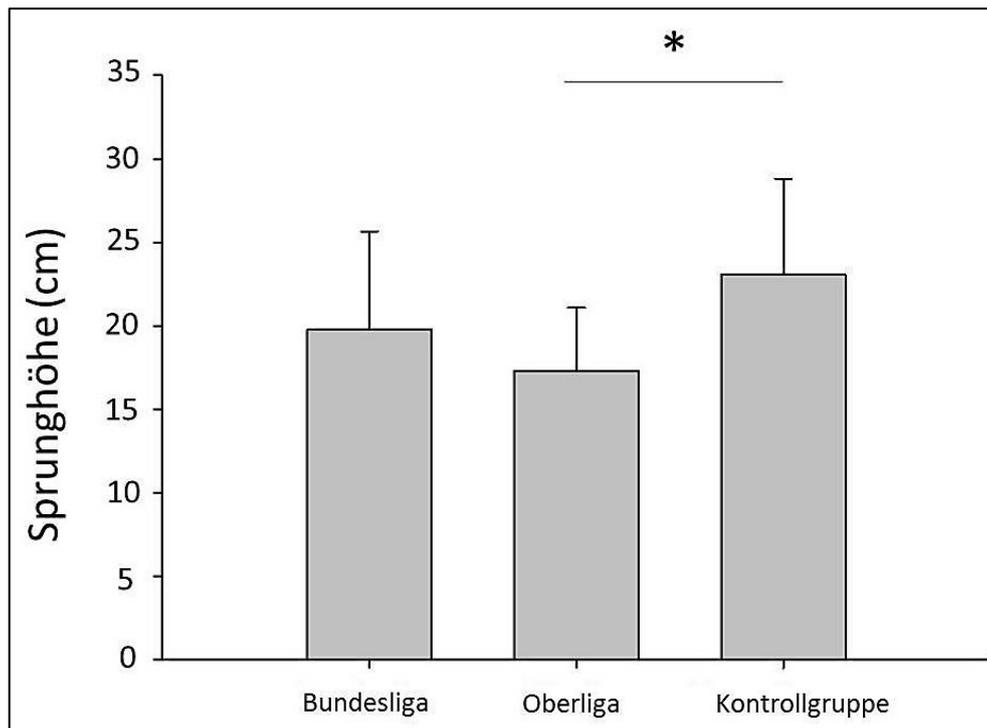


Abb. 6.8: Mittelwerte und Standardabweichung der Sprunghöhe beim Drop Jump aus 30 cm Höhe im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)

Deutliche Unterschiede zeigten sich bzgl. der Bodenkontaktzeit der untersuchten Gruppen. Die BL zeigte mit durchschnittlich 0,17 s ($\pm 0,02$) hoch signifikant ($p=0,004$) kürzere Kontaktzeiten als die OL mit 0,20 s ($\pm 0,02$). Auch die KG zeigte mit 0,18 s ($\pm 0,02$) signifikant ($p=0,045$) kürzere BKZ als die OL (Abb. 6.9). Zwischen BL und KG gab es diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede.

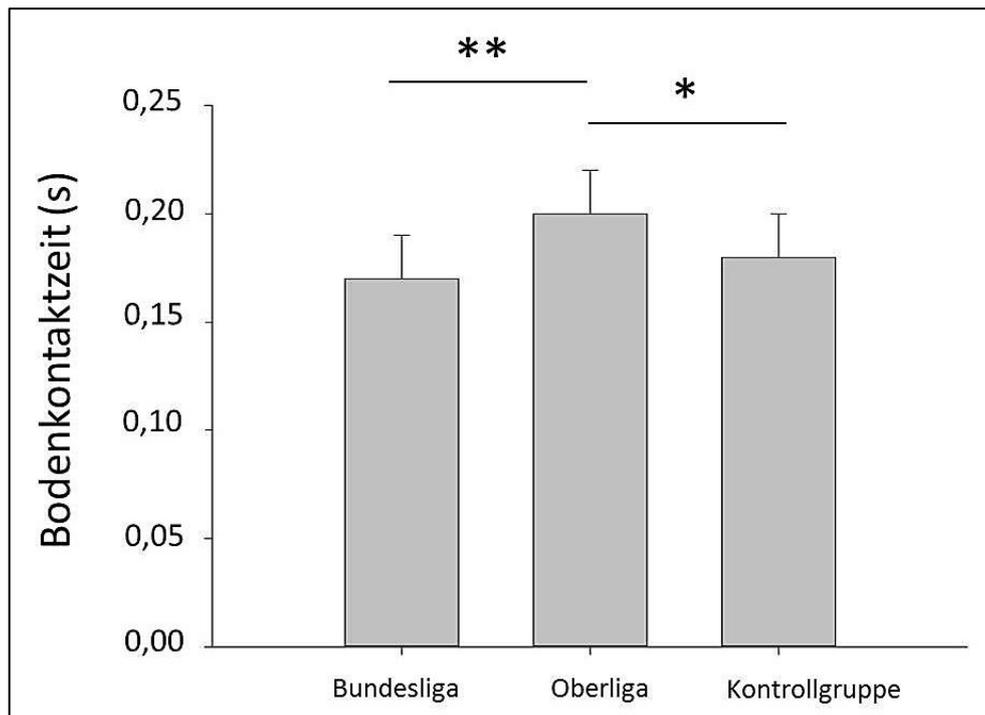


Abb. 6.9: Mittelwerte und Standardabweichung der Bodenkontaktzeit beim Drop Jump aus 30 cm Höhe im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)

Bzgl. des Performance-Index konnte zwischen der BL mit durchschnittlich 1,13 mm/ms ($\pm 0,41$) und der OL mit 0,81 mm/ms ($\pm 0,19$) ein signifikanter Unterschied ($p=0,044$) festgestellt werden (Abb. 6.10). Auch die Durchschnittswerte der KG waren mit 1,28 mm/ms ($\pm 0,35$) hoch signifikant ($p=0,003$) höher als die der OL-Formation (Abb. 6.10). BL und KG unterscheiden sich nicht signifikant. Tab. 6.2 zeigt alle erfassten Werte bzgl. der Sprungkraft im Überblick.

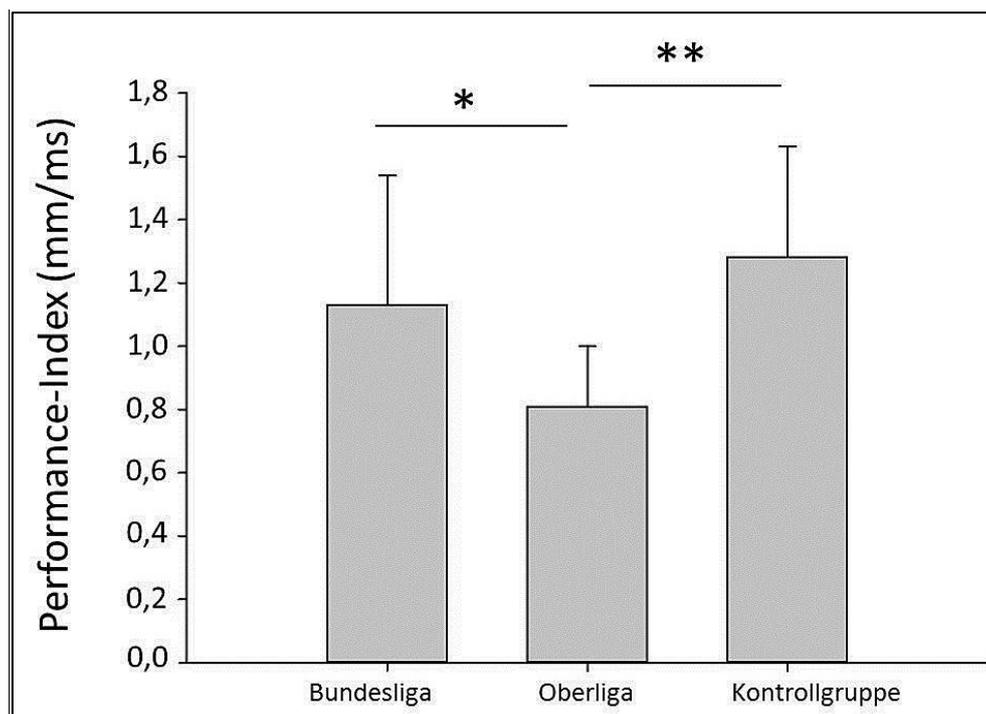


Abb. 6.10: Mittelwerte und Standardabweichung des Performance-Index nach (Bruhn, et al., 2004) beim Drop Jump aus 30 cm Höhe im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)

Tab. 6.2: Deskriptive Statistik zur Sprungkraft für Bundesliga (BL), Oberliga (OL) und Kontrollgruppe (KG); CMJ: Counter Movement Jump, DJ: Drop Jump

Parameter		N	Mittelwert	Standardabweichung
CMJ Sprunghöhe (cm)	BL	15	28,8	4,51
	OL	13	25,0	3,29
	KG	12	28,7	2,58
DJ Sprunghöhe (cm)	BL	15	19,8	5,86
	OL	13	17,3	3,76
	KG	12	23,1	5,72
Bodenkontaktzeit (s)	BL	15	0,17	0,02
	OL	13	0,20	0,02
	KG	12	0,18	0,02
Performance-Index (mm/ms)	BL	15	1,13	0,41
	OL	13	0,81	0,19
	KG	12	1,28	0,35

Maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft

Bei der isometrischen Maximalkraftmessung der Knieextensoren in Relation zum Körpergewicht (Tab. 6.3) ergaben sich folgende Werte: die BL erreichte bei der isometrischen Maximalkraftmessung der Knieextensoren bei 90° gebeugtem Kniegelenk im Durchschnitt 2,67 Nm/kg ($\pm 0,48$) Körpergewicht und unterschied sich damit nicht signifikant von der OL mit 2,50 Nm/kg ($\pm 0,57$) und der KG mit 2,71 Nm/kg ($\pm 0,28$). Auch innerhalb der anderen beiden Gruppen zeigen sich hier keine deutlichen Unterschiede. In der Isokinetik erreichten die BL-Tänzerinnen bei der Knieflexion von 90°-170° einen durchschnittlichen Wert von 1,40 Nm/kg ($\pm 0,23$),

die OL erreichte 1,25 Nm/kg ($\pm 0,12$) und die KG 1,45 Nm/kg ($\pm 0,13$). Hier zeigten sich hoch signifikante Unterschiede zwischen OL und KG ($p=0,002$). Die KG schnitt hier im Durchschnitt deutlich besser ab als die OL (Abb. 6.11). Hoch signifikante Unterschiede ($p=0,006$) zeigten sich bzgl. der isokinetischen Maximalkraftmessung der Knieextensoren von 90° - 170° (Abb. 6.12) zwischen der BL mit durchschnittlich 2,76 Nm/kg ($\pm 0,25$) und der OL mit durchschnittlich 2,39 Nm/kg ($\pm 0,38$). Zwischen BL und KG (2,66 Nm/kg, $\pm 0,20$) sowie OL und KG zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Tab. 6.3 zeigt alle Werte der isometrischen und isokinetischen Messungen im Kniegelenk im Überblick.

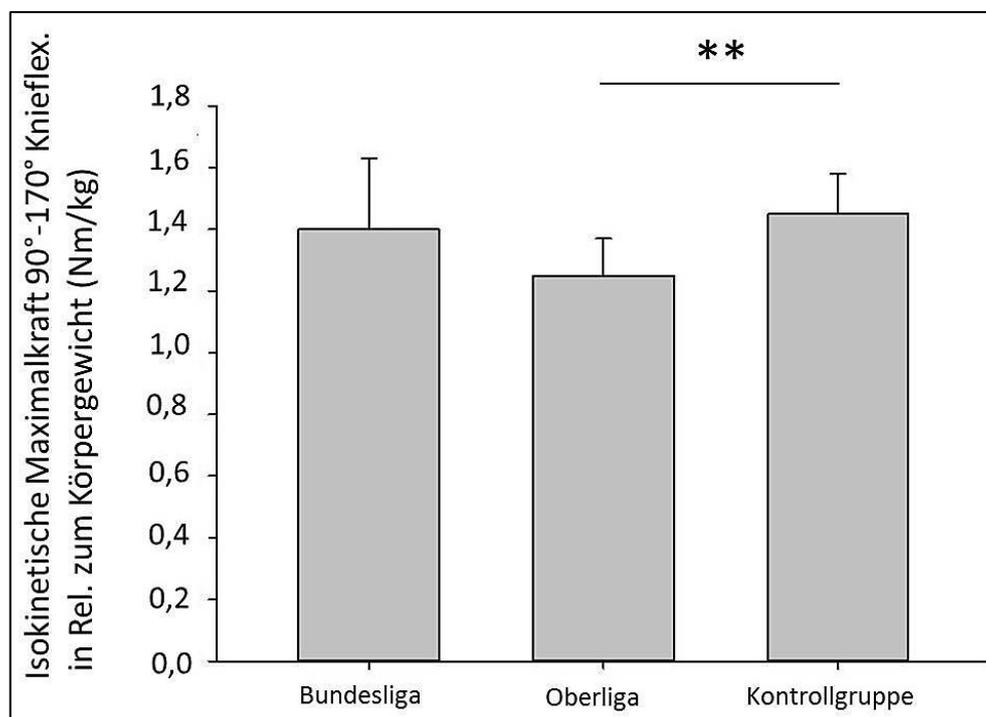


Abb. 6.11: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isokinetischen Maximalkraft der Knieflexoren (90° - 170°) im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)

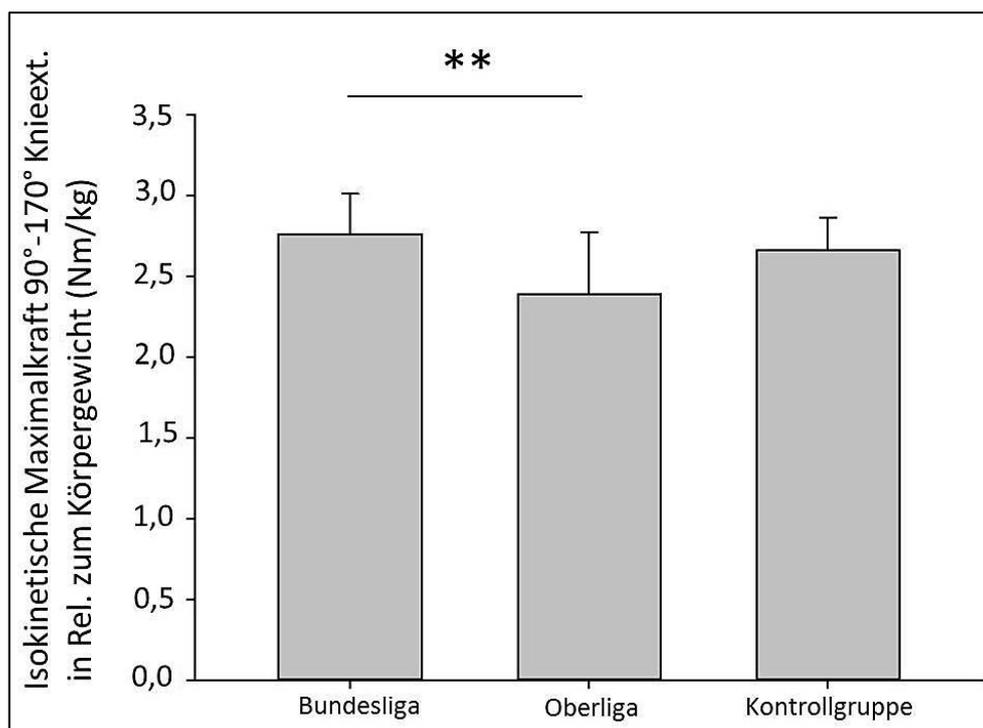


Abb. 6.12: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isokinetischen Maximalkraft der Knieextensoren (90°-170°) im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)

Tab. 6.3: Deskriptive Statistik zur Isometrischen Maximalkraftmessung im Kniegelenk für Bundesliga (BL), Oberliga (OL) und KG (Kontrollgruppe) in Relation zum Körpergewicht

Parameter		N	Mittelwert	Standardabweichung
Maximalkraft isometrisch Knieext. 90° (Nm/ kg)	BL	15	2,67	0,48
	OL	13	2,50	0,57
	KG	12	2,71	0,28
Maximalkraft isokinetisch Knieflex. 90°-170° (Nm/ kg)	BL	15	1,40	0,23
	OL	13	1,25	0,12
	KG	12	1,45	0,13
Maximalkraft isokinetisch Knieext. 90°-170° (Nm/ kg)	BL	15	2,76	0,25
	OL	13	2,39	0,38
	KG	12	2,66	0,20

Alle genannten Messungen wurden anschließend mit den Fußextensoren und Fußflexoren durchgeführt, wobei hier die Werte einer Probandin der BL-Formation aufgrund messtechnischer Schwierigkeiten nicht ausgewertet werden konnten (N=14). Folgende Ergebnisse wurden erzielt: bei einem Sprunggelenkwinkel von 90° erreichten die BL-Tänzerinnen in der isometrischen Maximalkraftmessung der Fußextensoren in Relation zum Körpergewicht ein maximales Drehmoment von durchschnittlich 2,86 Nm/kg ($\pm 0,45$), die OL 2,51 Nm/kg ($\pm 0,72$) und die KG 2,62 Nm/kg ($\pm 0,61$). Signifikante Unterschiede lagen hier nicht vor. Bei den isokinetischen Maximalkraftmessungen von 90°-170° im Sprunggelenk in Relation zum Körpergewicht erreichte die BL ein maximales Drehmoment von durchschnittlich 2,14 Nm/kg ($\pm 0,35$) in der Fußextension und 0,39 Nm/kg ($\pm 0,10$)

in der Fußflexion. Die OL-Tänzerinnen erreichten in der Fußextension durchschnittlich 2,00 Nm/kg ($\pm 0,30$) und in der Fußflexion 0,36 Nm/kg ($\pm 0,08$). Ähnlich zeigten sich die Ergebnisse der KG mit 2,16 Nm/kg ($\pm 0,37$) maximales Drehmoment in der Fußflexion und 0,47 Nm/kg ($\pm 0,16$) in der Fußflexion (Tab. 6.4). Auch in der Isokinetik konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Tab. 6.4: Deskriptive Statistik zur Isometrischen Maximalkraftmessung im Sprunggelenk für Bundesliga (BL), Oberliga (OL) und KG (Kontrollgruppe) in Relation zum Körpergewicht

Parameter		N	Mittelwert	Standardabweichung
Maximalkraft isometrisch Fußext. 90° (Nm/ kg)	BL	14	2,86	0,45
	OL	13	2,51	0,72
	KG	12	2,62	0,61
Maximalkraft isokinetisch Fußext. 90°-170° (Nm/ kg)	BL	14	2,14	0,35
	OL	13	2,00	0,30
	KG	12	2,16	0,37
Maximalkraft isokinetisch Fußflex. 90°-170° (Nm/ kg)	BL	14	0,39	0,10
	OL	13	0,36	0,08
	KG	12	0,47	0,16

7 Diskussion Studie I

Die BL zeigte bzgl. der statischen Gleichgewichtsfähigkeit deutlich höhere Leistungen als die OL und auch die KG, sowohl im Gesamtschwankungsweg wie auch in den beiden Bewegungsrichtungen medio-lateral und anterior-posterior. Beim reaktiven Gleichgewicht waren die Unterschiede insbesondere in medio-lateraler Richtung deutlich, auch hier war die BL deutlich besser als die OL. Im Gesamtschwankungsweg war hier lediglich eine statistische Tendenz von $p=0,067$ seitens der BL gegenüber der OL zu erkennen. In Bezug auf die Sprungkraft konnten bei den BL-Tänzerinnen gegenüber der OL höhere Leistungen bei Einbezug der gesamten Streckerkette (CMJ) festgestellt werden. Außerdem wiesen die Tänzerinnen der BL höchst signifikant kürzere Bodenkontaktzeiten beim Drop Jump auf als diejenigen der OL. Im Performance-Index zeigte sich dies ebenfalls in deutlich besseren Ergebnissen seitens der BL gegenüber der OL. Bei der isokinetischen Maximalkraft der Knieextensoren zeigten die Tänzerinnen der BL deutlich höhere Leistungen gegenüber der OL.

7.1 Statische Gleichgewichtsfähigkeit

Als der Parameter mit den in dieser Studie statistisch stärksten Ergebnissen wird die Gleichgewichtsfähigkeit hier als Erstes betrachtet. Sie ist nach Hugel, et al. (1999) eine der ersten physischen Qualitäten, welche durch tänzerisches Training beansprucht werden. Die Haltungskontrolle, d.h. die Gleichgewichtsfähigkeit ist im Tanz mehr als bei allen anderen motorischen Aktivitäten Voraussetzung für die Bewegung (Hugel, et al., 1999).

Die Hypothese H1 ging davon aus, dass im Vergleich einer hohen mit einer niedrigen Leistungsklasse im Jazz- und Modern Dance (2. BL vs. OL) die Probandinnen der höheren Leistungsklasse höhere Gleichgewichtsleistungen zeigen. Es wurde u.a. auf Basis der Videoanalyse von der Annahme ausgegangen, dass der Leistungsfaktor Gleichgewicht speziell im JMD leistungsbestimmend ist. Da die Gleichgewichtsfähigkeit verschiedene Ausprägungsformen aufweist (vgl. Kap. 2.1.1), wurden die statische und die dynamische Gleichgewichtsfähigkeit getrennt voneinander betrachtet.

Die differenzierte Untersuchung hat für die statische Gleichgewichtsfähigkeit im Einbeinstand über 30 s die erste wie auch die zweite Annahme bestätigt - die Bundesliga-Tänzerinnen zeigten signifikant höhere Leistungen im statischen Gleichgewicht im Gesamtschwankungsweg als die Oberliga-Tänzerinnen und auch die Sportstudentinnen. Die Hypothesen H1.1 und H3.1 können entsprechend angenommen werden: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance zeigen höhere statische Gleichgewichtsleistungen als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga und als Sportstudentinnen. Davon ausgehend wird vermutet, dass die statische Gleichgewichtsfähigkeit im Einbeinstand ein leistungsbestimmender Faktor im JMD sein dürfte, ähnlich wie bei Turnern (Asseman, et al., 2008) oder Gymnastinnen (Calavalle, et al., 2008). Um diese Aussage weiter zu unterstützen, sind zwar noch weiterführende Untersuchungen mit JMD-Tänzerinnen verschiedener Leistungsklassen hilfreich, diverse Untersuchungen haben jedoch zumindest bereits gezeigt, dass die Expertise von Kunstturnern und Tänzern wie auch von Rhythmischen Sportgymnastinnen die Haltungskontrolle insbesondere in den Situationen verbessert, für die diese Athleten trainiert sind bzw. welche die Athleten benötigen (Calavalle, et al., 2008). Einbeinige Gleichgewichtsleistungen in verschiedenen Positionen über eine längere Zeitspanne sind ein wesentlicher Bestandteil tänzerischer Choreographien und somit tänzerischer Leistung. Dies konnte bereits die eingangs durchgeführte Videoanalyse zeigen. Die Ergebnisse bestätigen dies. Hugel, et al. (1999) konnten ebenfalls zeigen, dass Tänzer bei der statischen Haltungskontrolle deutlich leistungsfähiger sind als Nichttänzer. Hierbei muss allerdings angemerkt werden, dass die KG der betreffenden Untersuchung aus gesunden Personen zwischen 16 und 37 bestand, welche keinen regelmäßigen Sport und auch kein tänzerisches Training betrieben. Die untersuchte Tänzergruppe bestand dagegen aus 18 Mitgliedern des Nationalballetts von Nancy und Lorraine. Eine höhere Gleichgewichtsleistung der Tänzer ist in diesem Vergleich allein aufgrund der großen Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen hinsichtlich ihrer sportlichen Hintergründe zu erwarten. Mit den Ergebnissen der oben aufgeführten Studie von Hugel, et al. (1999) muss deshalb kritisch umgegangen werden. Die vorliegende Studie lässt diesbezüglich eindeutige Schlüsse zu, da die Tänzerinnen hier mit Sportstudentinnen verglichen wurden.

Auch Mertz & Docherty (2012) betonen in diesem Zusammenhang, dass Tänzer zwar in Bezug auf die Haltungskontrolle bzw. die Gleichgewichtsfähigkeit bereits häufig Untersuchungen unterzogen wurden (Crotts, et al., 1996, Asseman, et al., 2008, Gerbino, et al., 2007, Simmons, 2005b, Simmons, 2005a) und dass dieser Faktor offenbar eine wesentliche Rolle im Tanz spielt, häufig sei aber die Spezifität der Untersuchungen für Tänzer nicht gegeben. Wyon (2012) betont, dass bei entsprechenden Untersuchungen beachtet werden muss, welche Voraussetzungen die zu untersuchenden Probanden mitbringen, da Trainierte und Untrainierte ganz unterschiedlich auf forschungsorientierte Interventionen reagieren und dass die zugrunde liegenden physischen Fähigkeiten sowie anthropometrische Charakteristika stark variieren können. Die spezifischen Fähigkeiten bei der Haltungskontrolle, die aufgrund der tänzerischen Expertise bestehen, können nur gezeigt werden, wenn der Tänzer Aufgaben erfüllen muss, die denen des Tanzes ähnlich sind (Mertz & Docherty, 2012, Asseman, et al., 2008) und wenn mit sportlich aktiven Kontrollprobanden verglichen wird, statt mit Untrainierten.

Trotz dieser Schwierigkeiten bei der Erfassung sportartspezifischer Unterschiede zwischen Untersuchungsgruppen wird hier nicht zuletzt aufgrund der vorliegenden Ergebnisse davon ausgegangen, dass Tänzer wie auch Turner und Rhythmische Sportgymnastinnen deutlich höhere statische Gleichgewichtsleistungen erbringen müssen als andere Sportler. Weiterhin sind Tänzer, speziell Balletttänzer, bei der Erhaltung ihres Gleichgewichts stark von der visuellen Kontrolle abhängig (Bruyneel, et al., 2010). Auch Hugel, et al. (1999), Golomer, Dupui, Séréni, & Monod (1999) und Calavalle, et al. (2008) beschreiben dieses Phänomen. In der vorliegenden Studie war die visuelle Kontrolle Voraussetzung für die Testaufgabe. Mit geschlossenen Augen wurde nicht gemessen. Im Hinblick auf diesen Aspekt müssen die aufgestellten Hypothesen entsprechend differenziert werden: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance weisen *bei visueller Kontrolle* eine signifikant stärker ausgeprägte statische Gleichgewichtsfähigkeit auf als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga und als gleichaltrige Sportstudentinnen.

Weiterhin ist die Zeitspanne, in welcher gemessen wurde, von Bedeutung. (Calavalle, et al., 2008) betonen, dass insbesondere Sportlerinnen der RSG vor

allem bei kurzen Messzeiten höhere Gleichgewichtsleistungen zeigen als Sportlerinnen aus anderen Disziplinen. Sie trainieren vorrangig dafür, stabile Positionen über einen Zeitraum zu halten, der nicht länger als 2 s andauert. Tänzerinnen im JMD müssen durchaus auch deutlich längere Zeiträume als 2 s im Tanz in stabiler Position halten. In der vorliegenden Studie wurde mit einer Messzeit von 30 s gearbeitet und die Unterschiede zwischen den Tänzerinnen und den Sportstudentinnen waren trotzdem signifikant.

Angesichts der Tatsache, dass sich die Oberliga-Formation bezüglich des Parameters statisches Gleichgewicht nicht von der KG unterscheidet, wird weiterhin angenommen, dass die statische Gleichgewichtsfähigkeit erst in den höheren Leistungsklassen ihre starke Ausprägung erfährt. Dies steht mit höheren Anforderungen in höheren Leistungsklassen im Zusammenhang. Außerdem spielen u.a. die verfügbare Trainingszeit sowie der Anteil des speziellen Trainings eine große Rolle. In den niedrigeren Leistungsklassen ist die Ausprägung der statischen Gleichgewichtsfähigkeit mit der von Sportstudentinnen vergleichbar. Es wird hier angenommen, dass erst die wesentlich komplexeren und anspruchsvolleren Wettkampfchoreographien in der 2. oder 1. Bundesliga verbunden mit höheren Trainingsanteilen die spezifischen Gleichgewichtsleistungen fordern und fördern

Weiterführende Überlegungen zu den Ergebnissen bzgl. des statischen Gleichgewichts werden in Kap. 12 (Ausblick und trainingswissenschaftliche Empfehlungen für die Praxis) vorgestellt.

Die vorliegenden Ergebnisse erfordern einen kritischen Blick, um trainingswissenschaftlich relevante Empfehlungen an die Praxis weitergeben zu können. Außerdem entstehen neue Fragen, die geklärt werden müssen:

1. Es bleibt unklar, inwiefern die aktuell messbare Gleichgewichtsfähigkeit auch abhängig von der aktuell getanzten Choreographie und ihrer jeweiligen Anforderungen ist. Es müsste entsprechend untersucht werden, inwiefern die hier gefundenen Ergebnisse auch auf weitere Formationen im JMD zutreffen. Es besteht prinzipiell die Möglichkeit, dass Formationen niedriger Leistungsklassen ähnliche Ergebnisse liefern könnten, wie die hier gemessene BL-Formation aufgrund choreographischer Besonderheiten des

aktuellen Wettkampftanzes. Gleichzeitig ist es möglich, dass weitere Formationen einer hohen Leistungsklasse diesbezüglich andere Ergebnisse zeigen. D.h., es besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass die hier gemessenen hohen statischen Gleichgewichtsleistungen bei der BL nur ein Nebenprodukt der aktuellen Choreographie bzw. des aktuellen Trainings der einzelnen Formation sind und nicht grundsätzlich für alle Formationen der hohen Leistungsklassen gelten. Dieser Aspekt kann mit weiterführenden Untersuchungen mit mehreren Formationen geklärt werden. Es wird hier jedoch davon ausgegangen, dass aufgrund höherer Anforderungen in den hohen Leistungsklassen grundsätzlich ein höheres Niveau gegenüber niedrigen Leistungsklassen bzgl. des Gleichgewichts zu finden ist. Möglicherweise sind die trainingspraktischen Anforderungen bzgl. dieses Leistungsfaktors in den unteren Leistungsklassen des JMD grundsätzlich weniger hoch, weil die entsprechenden Anforderungen in den Choreographien noch niedriger sind. Eine Videoanalyse der Choreographien der niedrigeren Leistungsklassen könnte diesbezüglich einen differenzierten Eindruck verschaffen.

2. Es stellt sich die Frage, in welchem Maße der Leistungsfaktor statisches Gleichgewicht in die Gesamtleistung einfließt. Aufgrund des Vergleichs einer erfolgreichen hohen mit einer niedrigeren Leistungsklasse kann hier davon ausgegangen werden, dass eine Verbesserung des statischen Gleichgewichts auch eine direkte Verbesserung der tänzerischen Gesamtleistung im Wettkampf bedeuten würde. Wie sich Veränderungen in der statischen Gleichgewichtsfähigkeit im Tanz und der entsprechenden Gesamtleistung widerspiegeln, kann ggf. durch weiterführende Untersuchungen gezeigt werden.
3. Es bleibt weiterhin fraglich, welche Substrukturen des statischen Gleichgewichts bei der BL gegenüber der OL grundsätzlich verbessert sind. Haben Tänzerinnen der höheren Leistungsklasse eine verbesserte spinale Reflexaktivität? Sind muskuläre Strategien bei Tänzern anders bzw. effektiver entwickelt als bei anderen Sportlerinnen oder bei TänzerInnen niedrigerer Leistungsklassen?
4. Ein weiterer Faktor, den es grundsätzlich auch bei allen anderen erfassten Parametern zu beachten gilt, ist das Trainingsvolumen der jeweiligen

Untersuchungsgruppe. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Umfang des Trainings in den diversen Formationen der 1. wie auch der 2. BL im JMD stark variiert und somit auch deutliche Unterschiede bzgl. der Ausprägung einzelner Leistungsfaktoren bestehen. In der vorliegenden Studie gaben beide untersuchten Tanzgruppen an, mindestens vier Stunden pro Woche zu trainieren und insbesondere die Formation der 2. BL trainiert zeitweilig bis zu 8 Stunden pro Woche, je nachdem, wie der Trainingsbedarf ist und in welchem Saisonabschnitt sich die Gruppe befindet. Diese Zusatztrainings allein können zu deutlichen Unterschieden in der Ausprägung von Leistungsfaktoren bei verschiedenen Formationen führen. Aus diesem Grund können alle vorliegenden Ergebnisse (auch aller anderen gemessenen Parameter) in Bezug auf eine Allgemeingültigkeit im JMD zwar durchaus als Orientierung dienen, jedoch sind eindeutige Rückschlüsse von den vorliegenden Stichproben auf die Grundgesamtheit der JMD-Formationen Deutschlands nur mit gewissen Vorbehalten zu ziehen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse bzgl. des statischen Gleichgewichts unter besonderer Beachtung der beiden Bewegungsrichtungen medio-lateral und anterior-posterior einer differenzierten Betrachtung unterzogen. Auch hier lässt sich eindeutig feststellen, dass die BL-Formation gegenüber der OL-Formation wie auch gegenüber den Sportstudentinnen in beiden Bewegungsrichtungen höhere Leistungen zeigte. Besonders auffallend sind die hoch signifikanten Unterschiede in medio-lateraler Richtung. Das bedeutet, dass in Richtung der schmaleren Unterstützungsfläche zwischen der Innenseite und der Außenseite des Fußes (Abb. 7.1) die Tänzerinnen der höheren Leistungsklasse deutlich weniger Ausgleichsbewegungen benötigen als die Tänzerinnen der niedrigeren Leistungsklasse.

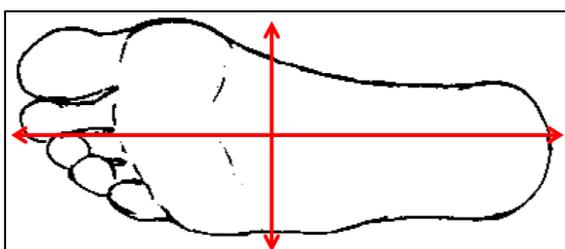


Abb. 7.1: Skizzierung der Bewegungsrichtungen an der Unterstützungsfläche des Fußes im einbeinigen Stand (eigene Abb.)

Diese Ergebnisse decken sich mit denen anderer Untersuchungen. U.a. Calavalle, et al. (2008) und (Golomer, et al. (1999) konnten im Vergleich mit anderen Sportarten wie auch Untrainierten zeigen, dass Tänzerinnen wie auch Rhythmische Sportgymnastinnen deutlich bessere Strategien beim Erhalt des Gleichgewichts in medio-lateraler Richtung zeigen als in anterior-posteriorer Richtung. Als ein möglicher Grund hierfür wird von den Autoren die im Tanz wie auch in der RSG trainierte Auswärtsdrehung der Hüfte (Abb. 7.2) genannt, welche zu einer besseren muskulären Stabilität nach medio-lateral führen könnte. Auch im JMD wird die Auswärtsdrehung trainiert.

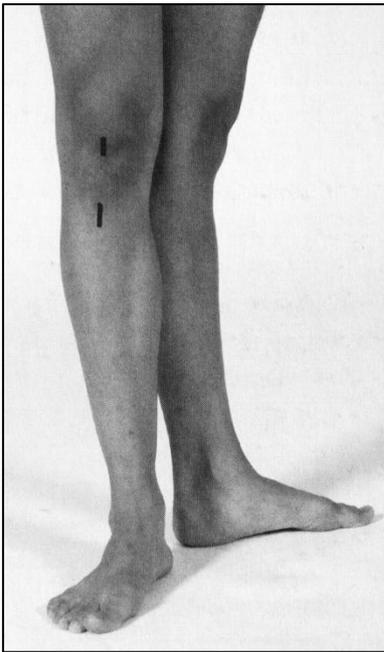


Abb. 7.2: Turnout: Außenrotation im Hüftgelenk im Tanz (Simmel, 2009)

Des Weiteren könnte nach Calavalle, et al. (2008) die Form und Beweglichkeit der Lendenlordose einen Einfluss auf den Erhalt des Gleichgewichts in medio-lateraler bzw. anterior-posteriorer Richtung haben.

Die Oberliga-Tänzerinnen unterscheiden sich bezüglich dieses Parameters jedoch nicht von den Sportstudentinnen. Möglicherweise sind die Anforderungen in der niedrigen Leistungsklasse des JMD noch zu wenig spezifiziert, aufgrund dessen die statische Gleichgewichtsfähigkeit hier ähnlich ausgeprägt ist wie in nicht-tänzerischen Sportarten (siehe oben). Es scheint naheliegend, dass insbesondere die hohe Stabilität vor allem entlang der schmalen Unterstütsungsfläche ein Zeichen für eine besonders stark ausgeprägte Gleichgewichtsfähigkeit ist, die sich

nur mit entsprechend hohen Anforderungen bei einer hohen Leistungsklasse entwickeln kann. Entsprechende Literaturbelege existieren dazu noch nicht. Des Weiteren könnte die besonders gut ausgeprägte Stabilisierung im Sprunggelenk bzgl. der Pronation und Supination bei den BL-Tänzerinnen mit einer muskulären Anpassungserscheinung zu tun haben, die mit anderen, nicht allein auf die Gleichgewichtsfähigkeit wirkenden Anforderungen in Zusammenhang steht. So dürften u.a. die häufigen Bewegungen im sogenannten „relevé“ (halbe Spitze, Ballenstand, Abb. 11.2) zu einer entsprechend starken Ausprägung der muskulären Stabilisierung im Sprunggelenk führen. Hierzu gehören mehrfache Drehungen um die Längsachse, welche durchgängig auf der halben Spitze gehalten werden müssen und in der Bundesliga nicht selten dreifach oder auch vierfach erfolgen. Auch zahlreiche weitere Techniken, die auf halber Spitze erfolgen, könnten in der BL wesentlich stärker von Belang sein, als in einer niedrigeren Leistungsklasse. Auch hier spielen die verfügbare Trainingszeit und der Anteil spezieller Trainingsinhalte eine wesentliche Rolle. Weiterführende Studien z.B. mithilfe von EMG-Messungen der sprunggelenkstabilisierenden Muskulatur könnten zeigen, inwiefern sich die muskuläre Stabilisierung im Sprunggelenk bei Tänzerinnen einer höheren Leistungsklasse von der von anderen Tänzerinnen bzw. von anderen Sportlern unterscheidet.

7.2 Dynamische Gleichgewichtsfähigkeit

Im Rahmen der Messung des dynamischen Gleichgewichts ergibt sich ein deutlich anderes Bild als beim statischen Gleichgewicht. Es wurde in das reaktive und das proaktive Gleichgewicht unterschieden (vgl. Kap. 2.1.1 und 5.2). Die Untersuchungsergebnisse haben für den Gesamtschwankungsweg bei der reaktiven Gleichgewichtsfähigkeit weder die H1.2 noch die H3.2 bestätigt - die BL-Tänzerinnen unterscheiden sich bezüglich dieses Parameters nicht signifikant von der OL oder den Sportstudentinnen. Hier müssen die entsprechenden Nullhypothesen H0.1.2 und H0.3.2 angenommen werden. Es war jedoch eine Tendenz ($p=0,067$) hinsichtlich eines niedrigeren Schwankungsweges seitens der BL gegenüber der OL festzustellen, die zwar ohne statistische Relevanz war, aus trainingspraktischer Sicht aber durchaus von Interesse ist. Hinsichtlich des

Schwankungsweges nach medio-lateral zeigten die Tänzerinnen der BL beim reaktiven Gleichgewicht signifikant höhere Leistungen als die OL. Die Hypothese H1.2 kann hier teilweise angenommen werden: 20-30jährige Tänzerinnen im Jazz- und Modern Dance zeigen beim reaktiven Gleichgewicht in medio-lateraler Richtung höhere Leistungen als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga. In der Bewegungsrichtung nach anterior-posterior des reaktiven sowie bei allen Messungen des proaktiven Gleichgewichts gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Bundesliga und den beiden anderen Gruppen. Für diese Parameter müssen für die vorliegende Studie die Nullhypothesen H0.1.2 und H0.3.2 angenommen werden.

Die vorliegenden Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen älterer Studien, wie z.B. von Breitenbach (1955) und Ryan (1963), welche laut Davlin (2004) keine signifikanten Unterschiede zwischen Sportlern und Nicht-Sportlern bei ihrer Gleichgewichtsmessung fanden und deshalb schlussfolgerten, dass zwischen sportlicher Leistungsfähigkeit und dynamischem Gleichgewicht kein direkt messbarer Zusammenhang bestehe. Zahlreiche Studien haben seither jedoch das Gegenteil belegt (Gross & Thomson, 1957, Williams & Sissons, 1984, Hrysomallis, 2011, Ricotti, 2011, Davlin, 2004). Diesbezüglich ist jedoch zu betonen, dass sich Sportler bzgl. des dynamischen Gleichgewichts nur bei sportartspezifischen Fertigkeiten von Nicht-Sportlern unterscheiden (Kioumourtzoglou, Derri, Mertzaniidou, & Tzetzis, 1997). Eine mögliche Ursache für die hier vorliegenden Ergebnisse könnte entsprechend darin bestehen, dass die Messmethodik bzw. die Aufgabenstellung nicht sportartspezifisch genug angelegt war, um signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zu erfassen (vgl. auch „Methodenkritik“). Auch Zemková (2011) betonen aufgrund eigener Studienergebnisse bzgl. des dynamischen wie statischen Gleichgewichts, dass motorische Fähigkeiten sich entsprechend spezifischer Aufgaben entwickeln. Veränderungen und Anpassungen in der Messtechnik und dem Versuchsaufbau entsprechend den spezifischen Anforderungen des Tanzes in hohen Leistungsklassen, speziell des JMD, könnten möglicherweise zu anderen Ergebnissen führen. Unterschiede zwischen den Gruppen bzgl. der Gleichgewichtsfähigkeiten in Abhängigkeit von den spezifischen Aufgaben könnten deutlicher hervortreten. Hierzu müssten weitere Untersuchungen folgen, um diese Vermutung zu unterstützen. Es müssten dann mögliche Fehlversuche

und Häufungen von Stürzen sowie das Nicht-Erfüllen der Testaufgaben auch als solche in die Auswertung mit einbezogen werden. Es ist anzunehmen, dass sich bei einer größeren Spezifik der Testaufgaben Fehlversuche etc. bei den niedrigeren Leistungsklassen häufen würden.

Es ist weiterhin in Betracht zu ziehen, dass das reaktive Gleichgewicht entgegen den Erwartungen nur eine untergeordnete Rolle bei den Leistungsanforderungen des JMD spielt und im Laufe der tänzerischen Ausbildung und mit dem Aufstieg in höhere Leistungsklassen nicht spezifisch trainiert bzw. abgefordert wird. In diesen Fall wären die Anforderungen an das reaktive Gleichgewicht im JMD wesentlich geringer, als hier ursprünglich angenommen wurde. Es besteht die Möglichkeit, dass zwar an die statische Gleichgewichtsfähigkeit im JMD hohe Anforderungen gestellt werden, hingegen die dynamische Gleichgewichtsfähigkeit weniger gefordert wird. Diese Begründung ist jedoch bei Betrachtung der Anforderungen im JMD insbesondere in hohen Leistungsklassen wenig zufriedenstellend. Auch die getrennte Betrachtung der Bewegungsrichtungen medio-lateral und anterior-posterior, welche statistisch signifikante Unterschiede zumindest zwischen der BL und der OL gezeigt haben, legt die Vermutung nahe, dass das reaktive Gleichgewicht eine Bedeutung in den höheren Leistungsklassen im JMD hat.

In Anbetracht des Fehlens signifikanter Unterschiede beim Gesamtschwankungsweg des reaktiven Gleichgewichts sind die beiden Bewegungsrichtungen medio-lateral und anterior-posterior hier von besonderem Interesse, vor allem im Vergleich mit den Ergebnissen des statischen Gleichgewichts. Obgleich im Gesamtschwankungsweg des reaktiven Gleichgewichts keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden konnten, zeigten sich wie auch bei der Untersuchung des statischen Gleichgewichts bei den BL-Tänzerinnen deutlich kleinere Schwankungen in medio-lateraler Richtung als bei den Tänzerinnen der OL. D.h. die Tänzerinnen der höheren Leistungsklasse zeigen nicht nur bei statischen Gleichgewichtsaufgaben eine höhere Stabilität im Sprunggelenk nach medio-lateral, sie reagieren auch bei einem von lateral einwirkendem Störreiz mit weniger Ausgleichbewegungen als diejenigen der niedrigeren Leistungsklasse. Dieses Ergebnis spricht für eine stark ausgeprägte Gleichgewichtsfähigkeit in vielfältigen

Situationen sowie für eine gute muskuläre Stabilisierung im Sprunggelenk auch bei Gleichgewichtsanforderungen in der Bewegung.

Dagegen sind sich die Ergebnisse der Tänzerinnen der niedrigeren Leistungsklasse und der Sportstudentinnen beim eben genannten Parameter wieder sehr ähnlich und unterscheiden sich nicht signifikant. Die hier angenommene höhere muskuläre Stabilisierung entlang der schmalen Unterstützungsfläche (Abb. 7.1) scheint entsprechend erst in den höheren Leistungsklassen im Tanz von Bedeutung zu sein. Allerdings konnten auch zwischen den Tänzerinnen der BL und den Sportstudentinnen diesbezüglich keine eindeutigen Unterschiede festgestellt werden. H1.4 kann entsprechend für diesen Parameter nicht angenommen werden. Die Tänzerinnen der höheren Leistungsklasse zeigten sich also bzgl. des Ausgleichs von Störungen des Gleichgewichts nach medio-lateral nicht signifikant stärker als die Sportstudentinnen. Ein Grund hierfür könnte sein, dass, wie bereits an anderer Stelle erwähnt (Kap. 2.1.1 und 5.1), diverse Sportarten ebenso hohe reaktive Gleichgewichtsanforderungen in medio-lateraler Richtung stellen wie der Tanzsport. Hier vertretene Sportarten, welche die Sportstudentinnen der KG ausübten und für die diese Aussage zutreffen dürfte, sind z.B. Judo (Perrina, et al., 2002), Turnen, Artistik und Eiskunstlauf (Asseman, et al., 2008). In einigen der genannten Sportarten dürfte das reaktive Gleichgewicht und insbesondere die Stabilisierung in medio-lateraler Richtung eine tragende Rolle spielen.

Neben dem reaktiven Gleichgewicht wurde erwartet, dass auch das proaktive Gleichgewicht, welches vor allem bei vorausschauenden Strategien der Gleichgewichtsregulation z.B. bei Sprüngen, Drehungen usw. erforderlich ist (vgl. Kap. 2.1.1), bei den Tänzerinnen der höheren Leistungsklasse stärker ausgeprägt ist als bei denjenigen der niedrigeren Leistungsklasse. Die Messungen haben hier jedoch für den Gesamtschwankungsweg keine Unterschiede ergeben und die Hypothesen H 1.3 und H 1.4 entsprechend nicht bestätigt.

Hinsichtlich der aktuellen Tendenzen bei den Wettkampfhoreographien im JMD wurde erwartet, dass sich beim proaktiven Gleichgewicht zumindest die BL-Tänzerinnen von den beiden anderen Gruppen unterscheiden, insbesondere innerhalb einer der beiden Bewegungsrichtungen. Weder in der Bewegungsrichtung anterior-posterior noch nach medio-lateral haben sich die

Hypothesen 1.3 und 1.4 bestätigt. Die naheliegende Begründung ist, dass der Parameter proaktives Gleichgewicht keine vorrangige Rolle bei den Leistungsanforderungen des JMD spielt. Es wird jedoch vielmehr davon ausgegangen, dass die Messmethodik hier für den JMD nicht differenziert genug war (siehe oben). Es wird deshalb zu dieser Problematik insbesondere auf den Abschnitt „Methodenkritik“ verwiesen.

7.3 Kraftfähigkeit - Sprungkraft

Sprünge sind ein wesentlicher Bestandteil von Choreographien im Tanz, speziell im JMD. Mit steigender Leistungsklasse steigen auch die Anforderungen an die Sprungleistung - die Sprünge werden komplexer, vielfältiger und häufiger. Auch die Höhe und damit die Flugzeit der Sprünge steigt zwangsläufig an, um einen hohen Grad an Komplexität des Sprunges während der Durchführung überhaupt gewährleisten zu können (vgl. Kap.1 "Videoanalyse"). Die eingangs durchgeführte Videoanalyse hat ergeben, dass BL-Tänzerinnen innerhalb ihrer Wettkamp choreographien von durchschnittlich 3:33 min bis zu 27 verschiedene Sprünge zeigen. Entsprechend wurde erwartet, dass die hier untersuchten JMD-Tänzerinnen eine hoch ausgeprägte Sprungkraft aufweisen und insbesondere die BL-Tänzerinnen diesbezüglich auch deutlich höhere Leistungen zeigen als die OL-Tänzerinnen.

Es konnten beim CMJ signifikante Unterschiede bzgl. der Sprunghöhe zwischen der höheren und der niedrigeren Leistungsklasse der Tänzerinnen festgestellt werden. Die Hypothese H2.1 kann hier angenommen, muss jedoch differenziert werden: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance weisen im CMJ höhere Sprungkraftleistungen auf als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga. Zu den Probandinnen der KG gab es keine signifikanten Unterschiede. Hier muss für den CMJ die Nullhypothese H0.4 angenommen werden. Dies gilt außerdem für den DJ (Reaktivkraft der Wadenmuskulatur) - hier zeigten die BL-Tänzerinnen keine signifikant höheren Leistungen als die Tänzerinnen der OL oder als die Sportstudentinnen. Trotzdem waren die Leistungen bei der BKZ des DJ und beim Performance-Index seitens der BL gegenüber der OL deutlich besser. Die BL unterschied sich in der BKZ beim DJ hoch signifikant von der OL

und der Performance-Index war bei den Tänzerinnen der hohen Leistungsklasse ebenfalls signifikant höher als bei den Tänzerinnen der niedrigen Leistungsklasse.

Counter Movement Jump

Es hat sich gezeigt, dass zumindest mit Einbezug der gesamten Streckerkette (CMJ) die Tänzerinnen der BL denen der OL in Bezug auf die Sprungleistung überlegen sind. Dieses Ergebnis entspricht insofern den Erwartungen, als dass der Anteil an Sprüngen an einer Gesamtchoreographie in einer hohen Leistungsklasse sehr hoch ist. Obgleich kein direkter Vergleich vorliegt mit der Anzahl der Sprünge in Choreographien bei niedrigen Leistungsklassen wird hier doch davon ausgegangen, dass zumindest die Komplexität und der Anspruch der Sprünge in den hohen Leistungsklassen deutlich erhöht sein dürfte. Die vorliegende Studie zeigt zumindest, dass die Sprungkraft bei der hier gemessenen BL deutlich höher ausgeprägt ist als bei der OL. Eine rückschließende Verallgemeinerung der hier erfassten Ergebnisse kann nur eingeschränkt vorgenommen werden.

Im Vorfeld weiterer Überlegungen muss die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass die Gesamtsprungleistung im JDM nicht vorrangig durch die Sprungkraft bedingt wird. Dies würde bedeuten, dass die Sprungkraft und damit die Sprunghöhe zwar leistungsvoraussetzend, aber nicht leistungsbestimmend sind. Die Sprungleistung und die Optik der Sprünge im Tanz könnten möglicherweise stärker durch andere Faktoren als die Kraft bestimmt werden, wie z.B. die Koordination im Sprung, die Beweglichkeit (vgl. auch Abb. 2.6) und auch die Ästhetik. Speziell im Tanzsport, wie auch in der RSG, im Kunstturnen oder Eiskunstlauf ist das Erscheinungsbild und somit die koordinativ-technische Komponente nicht nur in der Absprungphase, sondern insbesondere während des Sprunges von wesentlicher Bedeutung. Dieser Aspekt könnte die reine Sprungkraft als ausschlaggebende Komponente in den Hintergrund drängen. Ein weiterer nicht zu missachtender Aspekt bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse zur Sprungkraft sind trainingszeit- und trainingsinhaltbedingte Bedingungen bei den untersuchten Formationen. Trotz der hohen Anforderungen in den Wettkampfbildchoreographien besteht grundsätzlich das Problem, dass nicht alle Formationen die gleichen Trainingsschwerpunkte setzen und dass möglicherweise das Training der Sprungkraft nicht ausreichend integriert bzw.

nicht spezifisch genug ist. Es wurde vielfach belegt, dass das tänzerische Training allein scheinbar nicht ausreicht, um alle benötigten physiologischen Parameter angemessen zu entwickeln bzw. dass ergänzendes Training verschiedener LF durchaus zuträglich für die tänzerische Leistung ist (Angioi, Metsios, Koutedakis, et al., 2009, Stalder, Noble, & Wilkinson, 1990, Brown, et al., 2007). Möglicherweise sind außerdem choreographische Gegebenheiten der jeweiligen Saison ausschlaggebend für die Ausprägung bestimmter Leistungsfaktoren. Es ist möglich, dass eine Formation einer niedrigen Leistungsklasse aufgrund der aktuellen choreographischen Anforderungen verstärkt Sprungkraft bzw. spezifische Sprünge trainiert, während eine Formation einer hohen Leistungsklasse zeitgleich einen anderen Schwerpunkt setzt, weil beispielsweise Drehungen und Hebefiguren oder auch besondere künstlerische Aspekte einen Hauptanteil der aktuellen Choreographie darstellen. Dann besteht die Möglichkeit, dass die Formation der niedrigen gegenüber der der höheren Leistungsklasse eine bessere Leistung in Bezug auf die entsprechenden Leistungsfaktoren zeigt. Grundsätzlich ist jedoch zu betonen, dass die Choreographien der hohen Leistungsklassen in den meisten Fällen sowohl Drehungen, Gleichgewichtselemente wie auch Sprünge und Hebefiguren in komplexem Maße beinhalten.

Auch die zur Verfügung stehenden Trainingszeiten differieren zwischen den einzelnen Gruppen. Diesbezüglich könnten entsprechende Trainingsstudien klären, inwiefern das Training im JMD in Bezug auf die Sprungkraft bzw. Sprungleistung effektiver und zielgerichteter gestaltet werden kann, um entsprechende notwendige Verbesserungen zu erreichen. In diesem Zusammenhang wird hier auf Kap. 8 und die entsprechende Trainingsstudie verwiesen.

Im Folgenden wird der Versuch unternommen, die vorliegenden Ergebnisse vor dem Hintergrund bereits in der Vergangenheit durchgeführter Untersuchungen und deren Erkenntnisse einzuordnen. Harley, et al. (2002) haben im Vergleich semi-professioneller Balletttänzerinnen mit sportlich Aktiven im Alter von ca. 17 Jahren in Bezug auf die vertikale Sprunghöhe keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen festgestellt. Die Tänzerinnen erreichten hier im Durchschnitt 37,6 cm und die Sportlerinnen 35,9 cm. Die Autoren geben nicht

an, ob es sich hier um die erreichte Sprunghöhe beim Squat Jump, beim CMJ oder beim DJ handelt. Unabhängig davon liegen die bei Harley, et al. (2002) erfassten Sprunghöhenwerte deutlich über jeglichen Werten der vorliegenden Studie. Im Vergleich mit weiteren Untersuchungen, u.a. mit professionellen Tänzerinnen (Wyon, Guinan, & Hawkey, 2010, Wyon et al., 2007, Wyon, et al., 2006) sind die hier vorliegenden Ergebnisse der Sprungkraftmessungen im JMD - sowie der BL also auch der OL - ebenfalls eher als mittelmäßig einzustufen. Eine eindeutige Vergleichbarkeit zwischen den vorliegenden mit früheren Ergebnissen ist jedoch aus verschiedenen messtechnischen und methodischen Gründen nur sehr eingeschränkt möglich, wie sich gezeigt hat. Auch Ziv & Lidor (2009) betonen, dass insbesondere die Sprunghöhenwerte in einzelnen Untersuchungen aufgrund unterschiedlicher Methoden stark variieren können. So differieren nach Ziv & Lidor (2009) in verschiedenen Studien die Sprunghöhen bei Basketballerinnen zwischen 24,8 cm und 48,2 cm. Auch im Vergleich einzelner Untersuchungen zur Sprungkraft mit Tänzerinnen wurden aufgrund unterschiedlicher Vorgehensweisen sehr unterschiedliche Werte erzielt. Trotz dieser Differenzen in der Methodik und der Messtechnik sollen hier einige Ergebnisse ähnlicher Untersuchungen vergleichend hinzugezogen werden.

Eine Studie mit jungen Tänzerinnen zur Erforschung der Effekte eines 6-wöchigen Whole Body Vibration Trainings (WBV) auf die Sprunghöhe ergab im Pretest Sprunghöhenwerte zwischen rund 36 und 39 cm bei den zwei Untersuchungsgruppen (Wyon, et al., 2010). Diese Werte liegen durchschnittlich 10 cm höher als die der Probandinnen der vorliegenden Studie (vgl. Tab. 7.1). Hierbei wurde ebenfalls das Flugzeit-Verfahren angewandt, allerdings wurden die Daten mithilfe einer Just Jump Matte erfasst (Wyon, et al., 2010). Neben der unterschiedlichen Messtechnik variierten auch die Haltung der Arme und die Position der Füße bei den Probandinnen gegenüber der vorliegenden Studie: um die Sprünge für die Studie so tanzspezifisch wie möglich zu gestalten, wurden die Füße in der 1. Position ausgedreht (Abb. 7.2) und die Arme sollten in einer typischen Position des Klassischen Balletts vor dem Körper gehalten und durften nicht im Sprung genutzt werden. Die Vergleichbarkeit der Testanforderungen ist vor diesem Hintergrund fraglich. Unklar bleiben der genaue Ablauf des Sprunges, die objektive Kontrolle der Armhaltung, der Einsatz des Oberkörpers und damit auch die Variation der Hüftwinkel während der Messung. Auch die

unterschiedliche Position der Füße und die Auswärtsdrehung der Hüfte sorgen dafür, dass gegenüber einer Messung mit parallel ausgerichteten Füßen bzw. Beinen andere Teile der Muskulatur angesprochen werden, was zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann. Des Weiteren dürften die höheren Sprungwerte in der Vergleichsstudie von (Wyon, et al., 2010) auch auf die höhere Trainingszeit und größere Expertise (siehe oben) der Probandinnen zurückzuführen sein (Wyon, et al., 2006). Die untersuchten Tänzerinnen befanden sich im letzten Jahr einer 3-jährigen Tanzausbildung auf Vollzeit mit 12-16 Stunden Tanztraining bzw. Proben pro Woche. Wie bereits weiter oben betont, sind die Trainingsumfänge und die Trainingsinhalte von zentraler Bedeutung bei der Ausprägung der Leistungsvoraussetzungen.

Tab. 7.1: CMJ-Sprunghöhe und Probandendaten, Mittelwert \pm Standardabweichung - Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit den Ergebnissen von Wyon, et al. (2010)

<i>Vergleichende Untersuchung zwischen verschiedenen Leistungsklassen des JMD und Sportstudentinnen</i>					
Gruppe	N	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	Körperhöhe (cm)	Sprunghöhe CMJ (cm)
1 (BL)	15	25 \pm 3	56,36 \pm 4,43	167,40 \pm 4,39	28,8 \pm 4,51
2 (OL)	13	26 \pm 3	63,44 \pm 8,11	167,08 \pm 7,35	25,0 \pm 3,29
3 (KG)	12	21 \pm 1	58,07 \pm 5,16	167,17 \pm 6,73	28,7 \pm 2,58
<i>Whole-body vibration training increases vertical jump height in a dance population (M. Wyon, et al., 2010)</i>					
Gruppe	N	Alter (Jahre) s	Gewicht (kg)	Körperhöhe (cm)	Sprunghöhe (cm)
1	9	19 \pm 0,8	58,9 \pm 7,12	161,3 \pm 5,18	38,8 \pm 1,9
2	9	21 \pm 0,7	57,1 \pm 8,16	159,9 \pm 8,37	36,3 \pm 6,71

(Wyon, et al. (2007) untersuchten u.a. die Sprunghöhe bei einer professionellen Ballettcompagnie. Auch bei dieser Studie begannen die Tänzerinnen ihren Sprung im Plié (Kniebeuge) in der ersten Position mit im Hüftgelenk ausgedrehten Beinen, wobei jedoch die Arme an der Seite blieben. Mithilfe der Just Jump Mat wurden hier Sprunghöhenwerte zwischen 33 und 39 cm bei den Tänzerinnen erfasst, wobei hier Solotänzer, Gruppentänzer, Tänzer ersten Ranges und auch die Leiter der Gruppe getrennt untersucht wurden und auch unterschiedliche Ergebnisse zeigten. Die hier generierten Ergebnisse ähneln denen der oben genannten Untersuchung von Wyon, et al. (2010). Auch bei dieser Studie liegen deutlich höhere Trainingszeiten und eine größer Expertise als bei den Probandinnen der vorliegenden Studie vor.

Golomer & Féry (2001) fanden mit dem Hauptziel, die Seitendifferenz der Beine festzustellen, bei erwachsenen Tänzerinnen mit einjähriger Berufserfahrung im professionellen Tanz Sprunghöhenwerte zwischen rund 24 und 30 cm im einbeinigen CMJ. Diese Werte sind auf den ersten Blick vergleichbar mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Hierbei wurden jedoch keine Durchschnittswerte der gesamten Probandengruppe angegeben, sondern lediglich die Einzelwerte von jedem der 10 gemessenen Probanden graphisch dargestellt (Abb. 7.3) und außerdem getrennt in linkes und rechtes Bein. Die Vergleichbarkeit der Daten mit der vorliegenden Studie wird damit wiederum erschwert.

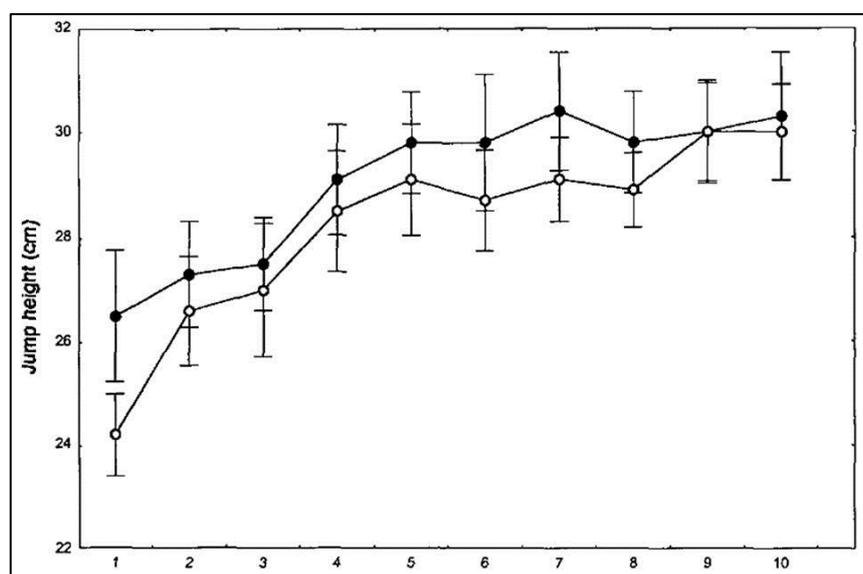


Abb. 7.3: Sprunghöhe von 10 vertikalen Sprüngen auf dem rechten Bein (leere Punkte) und dem linken Bein (ausgefüllte Punkte) bei erwachsenen, professionellen Tänzerinnen mit einjähriger Berufserfahrung (Golomer & Féry, 2001)

Wyon, et al. (2006) geben in einer Untersuchung zu anthropometrischen Faktoren in Bezug auf die Sprunghöhe Werte zwischen 33,0 cm ($\pm 1,41$) und 39,2 cm ($\pm 5,74$) bei den weiblichen Mitgliedern einer Ballett-Companie an. Die Sprunghöhen wurden hier mithilfe einer Just Jump Mat erfasst, welche die Flugzeit der Probandin misst. Abb. 7.4 zeigt die Angaben zur individuellen Trainingsgeschichte, die anthropometrischen Daten und die Sprunghöhenwerte der Probandinnen der betreffenden Studie im Überblick. Auch in dieser Studie wird deutlich, dass die Sprunghöhenwerte deutlich über denen der BL-Tänzerinnen liegen.

Table 1 Participant's descriptive data								
	Principal		Soloist		First artist		Artist	
	M	F	M	F	M	F	M	F
	n = 5	n = 4	n = 4	n = 7	n = 4	n = 2	n = 8	n = 15
Time with Company (yrs)	8.2 ± 6.05	10.1 ± 6.14	5.0 ± 4.08	6.6 ± 2.57	5.3 ± 0.95	3.5 ± 3.54	2.3 ± 1.19	2.3 ± 1.33
Years dancing (yrs)	28.6 ± 5.22	31.7 ± 4.78	25 ± 3.65	26.1 ± 2.54	25.8 ± 2.5	23.0 ± 0.01	21.3 ± 2.25	20.9 ± 2.28
Height (m)	1.81 ± 0.05	1.62 ± 0.03	1.79 ± 0.05	1.66 ± 0.04	1.79 ± 0.03	1.67 ± 0.02	1.82 ± 0.02	1.66 ± 0.03
Weight (kg)	71.5 ± 6.26	51.1 ± 5.02	69.9 ± 5.7	52.4 ± 3.4	70.8 ± 5.87	46.9 ± 3.61	67.3 ± 5.37	50.6 ± 4.86
BMI	21.8 ± 1.11	19.3 ± 2.11	21.9 ± 0.86	18.9 ± 0.58	22.1 ± 1.13	16.8 ± 0.89	20.2 ± 1.47	18.3 ± 1.33
SKF* (mm)	35.9 ± 7.62	56.2 ± 16.68	37.6 ± 2.51	54.2 ± 8.73	33.7 ± 1.55	43.9 ± 8.34	30.3 ± 5.22	50.2 ± 6.91

*4 site – bicep, tricep, suprailiac and subscapular, **denotes significant difference (p < 0.05)

Table 2 Descriptive data for gender and dancer level								
	Principal		Soloist		First Artist		Artist	
	M	F	M	F	M	F	M	F
	n = 5	n = 4	n = 4	n = 7	n = 4	n = 2	n = 8	n = 15
VO ₂ peak (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	49.84 ± 4.03	47.04 ± 1.65	49.14 ± 4.15	40.51 ± 6.71	46.39 ± 4.97	39.04 ± 4.72	49.79 ± 3.59	44.57 ± 4.18
VT ² (%)	63.12 ± 17.84	62.1 ± 5.51	83.9 ± 4.84	73.09 ± 15.97	77.22 ± 1.10	64.35 ± 21.99	67.9 ± 5.78	76.0 ± 7.06
VJ Height (cm)	50.5 ± 3.79	33.0 ± 1.41	55.3 ± 4.99	39.2 ± 5.74	56.0 ± 9.76	39.0 ± 2.82	50.8 ± 7.94	37.3 ± 5.63
Right Hop	32.2 ± 6.94	22.0 ± 3.42	34.0 ± 4.97	28.7 ± 4.97	38.3 ± 5.56	26.5 ± 3.34	33.4 ± 2.76	26.4 ± 3.38
Left Hop	35.0 ± 4.24	21.0 ± 2.31	35.0 ± 5.35	29.2 ± 6.24	36.5 ± 5.26	26.5 ± 2.12	32.7 ± 3.98	24.4 ± 7.31
Right Thigh (cm)	55.5 ± 3.37	49.3 ± 2.89	55.7 ± 2.76	50.1 ± 2.21	54.2 ± 0.723	46.2 ± 2.82	50.4 ± 1.92	48.6 ± 3.38
Left Thigh (cm)	55.0 ± 3.40	49.3 ± 3.19	54.9 ± 2.32	49.8 ± 2.63	53.6 ± 1.34	45.6 ± 2.55	50.9 ± 1.77	49.3 ± 3.68
Right Calf (cm)	37.6 ± 1.93	34.8 ± 2.59	39.8 ± 1.51	35.5 ± 0.62	39.5 ± 2.41	33.0 ± 1.41	36.6 ± 1.65	34.5 ± 1.77
Left Calf (cm)	37.8 ± 1.76	34.4 ± 2.88	39.9 ± 1.91	35.5 ± 1.17	39.5 ± 1.93	33.2 ± 1.77	37.1 ± 1.08	34.5 ± 1.71
Leg Length (cm)	84.9 ± 4.04	79.1 ± 2.85	84.4 ± 3.25	80.5 ± 2.48	84.6 ± 1.25	79.3 ± 1.06	85.8 ± 2.05	79.2 ± 3.10

* expressed as a percentage of VVO₂ peak

Abb. 7.4: Anthropometrische Daten und Sprunghöhenwerte einer Ballett-Compagnie (Wyon, et al., 2006)

Brown, et al. (2007) haben bei drei Untersuchungsgruppen mit insgesamt 18 unterschiedlich fortgeschrittenen College-Tänzerinnen (18-23 Jahre) mithilfe des Jump-and-Reach-Test (im CMJ) und dem Messsystem Vertec im Pretest ihrer Untersuchung Sprunghöhen von durchschnittlich 30,48 cm (±3,05) bei Gruppe 1, 33,78 cm (±8,13) bei Gruppe 2 und 32,51 cm (±5,84) bei Gruppe 3 festgestellt. Diese Werte sind eher mit denjenigen der vorliegenden Studie vergleichbar als die Ergebnisse anderer Studien mit Tänzerinnen, insbesondere da beim Jump-and-Reach-Test der Armeinsatz beim Sprung notwendig ist und somit die Werte grundsätzlich etwas höher liegen dürften als ohne Armeinsatz.

In einer Studie mit 24 Sportstudenten, die seit mindestens zwei Jahren dreimal pro Woche RSG trainierten, zeigten die 12 weiblichen Athleten beim CMJ eine durchschnittliche Sprunghöhe von 25 cm (Di Cagno et al., 2009). Die Daten der Gymnastinnen wurden hier mithilfe der Messtechnik Optojump (Microgate, Bolzano, Italy) erfasst und über das Flugzeitverfahren berechnet. Auch diese Ergebnisse ähneln stark denen der vorliegenden Studie und sind aufgrund der gleichen Berechnung direkt vergleichbar. In einer weiteren Studie zeigten 25 Gymnastinnen im Alter von durchschnittlich 15 Jahren aus zwei verschiedenen Leistungsklassen (national/ Sub-Elite und international/ Elite) beim CMJ

Sprunghöhen von 27-29 cm (Di Cagno et al., 2008). Bedauerlicherweise ist hier die Messtechnik nicht angegeben. Die Werte entsprechen denen der untersuchten Tänzer der vorliegenden Studie und der Untersuchung von Di Cagno, et al. (2009). Es kam hier ebenfalls das Flugzeit-Verfahren zur Anwendung. Da die RSG zu den Sportarten zählt, in denen die Bedeutung der Sprungkraft als sehr hoch eingeschätzt wird (Hutchinson, et al., 1998) könnten die ähnlichen Ergebnisse bedeuten, dass die Sprungkraftleistungen der BL-Tänzerinnen denen von (jugendlichen) Elite-Gymnastinnen ähneln, wobei der Altersunterschied hier ein nicht zu unterschätzender Faktor ist.

Ähnliche Sprunghöhenwerte wie in der vorliegenden Studie zeigten auch Zemková, Kyselovicova, & Hamar (2010) bei einer Sprunghöhenmessung mit 11 durchschnittlich 18-jährigen professionellen Aerobic-Tänzerinnen mit Werten von durchschnittlich 28 cm beim CMJ. Da in dieser Studie mithilfe des Messsystems FiTRO Jumper die Flugzeit erfasst und die Sprunghöhe über die Flugzeit berechnet wurde und außerdem der Sprung ohne zusätzlichen Armeinsatz erfolgte, sind die Daten direkt vergleichbar.

Im Vergleich zum professionellen Bühnentanz fallen die Ergebnisse der BL-Tänzerinnen im JMD in Bezug auf die Sprunghöhe erwartungsgemäß eher niedriger aus. Je höher die Leistungsklasse bzw. das professionelle Niveau, desto stärker scheint auch die Sprungkraft ausgebildet zu sein. Dies lässt darauf schließen, dass die Sprungkraft im Tanz durchaus eine wesentliche Rolle im Leistungssystem spielt, ob im Bühnentanz oder im Tanzsport.

Im Vergleich mit anderen Sportarten mit hohen Sprunganteilen wie Volleyball oder Basketball sind die Ergebnisse der BL-Tänzerinnen im JMD und der RSG ebenfalls eher im unteren Bereich einzuordnen. Martel, Harmer, Logan, & Parker (2005) beispielsweise haben bei 14- und 15-jährigen Volleyballerinnen im Jump-and-Reach-Test vor ihrer Trainingsintervention Sprunghöhen von 33,4 cm ($\pm 4,7$) bzw. 31,9 cm ($\pm 5,3$) gezeigt. Die untersuchten Volleyballerinnen wiesen mit 64 kg (± 13) bzw. 57 kg (± 8) Körpergewicht und 167 cm (± 9) bzw. 164 cm (± 8) Körperhöhe ähnliche Körpermaße auf wie die Tänzerinnen der vorliegenden Studie (siehe oben). Auch hier besteht außerdem ein großer Altersunterschied zu den Tänzerinnen der vorliegenden Studie. Bei Hewett, Stroupe, Nance, & Noyes (1996) wurden bei 11 High-School-Volleyballspielerinnen im gleichen Alter und mit

ähnlichen Körpermaßen wie bei den Probandinnen von Martel, et al. (2005) (168 cm \pm 5; 63,3 kg \pm 6,01) Sprunghöhen zwischen 38 und 63 cm gemessen. Es kam der Jump-and-Reach-Test zur Anwendung. Wie bereits oben betont, konnten bei Basketballerinnen mit unterschiedlichen Messtechniken (177,45 cm \pm 8,15; 70,37 kg \pm 9,28) Sprunghöhen zwischen 24,8 cm im Jump-and-Reach-Test (Hakkinen, 1991) und 48,2 cm (LaMonte, McKinney, Quinn, Bainbridge, & Eisenman, 1999) gemessen werden.

Im Vergleich mit den Ergebnissen einer Untersuchung von Laffaye, Wagner, & Tombleson (2013), bei der 189 männliche und 84 weibliche Elite-Athleten verschiedener Sportarten gemessen wurden, zeigte sich wiederum das Problem der mangelnden Vergleichbarkeit der Daten aufgrund verschiedener methodischer Vorgehensweisen. Hier durfte jeder Proband nicht nur die Tiefe der Kniebeuge im ersten Teil des CMJ, sondern auch die Art und den Umfang des Armeinsatzes selbst bestimmen. Des Weiteren wurde die Sprunghöhe hier über das Kraftstoß-Verfahren berechnet, was ebenfalls zu anderen Ergebnissen führt als beim Flugzeit-Verfahren. Die weiblichen Sportler sprangen mit der beschriebenen Sprungform im Durchschnitt 42,6 cm (\pm 6,3) hoch. Ein direkter Vergleich mit solchen Referenzdaten aus anderen Sportarten könnte zumindest einen groben Einblick darüber geben, mit welcher Sportart neben der RSG die Sprungkraft der JMD-Tänzerinnen vergleichbar ist. Dies ist in diesem Fall nur bedingt möglich.

Die Ergebnisse der CMJ-Messungen müssen auch im Zusammenhang mit den Ergebnissen der isometrischen Maximalkraftmessungen betrachtet werden. Ausgehend von der Annahme, dass sich das rechte und linke Bein bzgl. der Kraftleistungen nicht gravierend unterscheiden (Golomer & Féry, 2001, Westblad, et al., 1995), sollte eine höhere Maximalkraft insbesondere in den Knieextensoren (siehe Kap. 6.2 und siehe unten „Krafftähigkeit - maximal willkürlich isometrische Maximalkraft“) u.a. beim CMJ auch eine entsprechend höhere Sprungkraftleistung nach sich ziehen. Es sei denn, es sind nicht alle zusammenspielenden Faktoren optimal ausgebildet (Abb. 2.6, Kap. 2.1.2) oder die Maximalkraft, insbesondere in den Knieextensoren, spielt innerhalb der Einflussgrößen der tänzerischen Sprungleistung nur eine untergeordnete Rolle (Harley, et al., 2002). Da jedoch zahlreiche Sprünge im Tanzsport sehr komplex sind und somit eine gewisse Dauer der Flugzeit erfordern, wird angenommen, dass die Maximalkraft im Tanz

die gleiche Bedeutung für die Sprungleistung haben dürfte wie in anderen Sportarten (Brown, et al., 2007). Die Maximalkraftwerte in den Knieextensoren bei den isometrischen Messungen (Kap. 6.2) sind seitens der BL hoch signifikant höher als bei der OL.

Von der Annahme, dass eine hohe Maximalkraftleistung in den Knieextensoren auch zu einer hohen Sprungleistung führen müsste, sind auch Harley, et al. (2002) in ihrer vergleichenden Untersuchung mit Tänzerinnen und sportlich Aktiven ausgegangen. Hier hat sich gezeigt, dass die semiprofessionellen Balletttänzerinnen im Vergleich zur KG deutliche höhere Maximalkraftwerte erzielten. Es konnte jedoch bei Harley, et al. (2002) keine signifikant höhere Sprungleistung seitens der Tänzerinnen gezeigt werden, trotz der höheren Werte bzgl. der Maximalkraft der Knieextensoren. Harley, et al.,(2002) vermuten aufgrund ihrer EMG-Untersuchungen, dass die Tänzerinnen nicht ihre maximal mögliche Kraft in den Knieextensoren im Sprung ausschöpfen bzw. hierbei grundsätzlich eine andere Struktur der muskulären Rekrutierung nutzen. Die Autoren vermuten, dies könnte mit dem speziellen Training der Tänzerinnen zusammenhängen, insbesondere mit der Angewohnheit der Tänzerinnen, beim Verlassen des Bodens sofort die Füße zu strecken (Harley, et al., 2002). Die Autoren schlagen außerdem vor, dass für Vergleiche der Maximalkraft mit der Sprungleistung vorrangig isokinetische statt isometrischer Messungen genutzt werden, da diese eher die Muskelaktivität im Sprung widerspiegeln. Dies wurde in der vorliegenden Studie beachtet. Harley, et al. (2002) kommen zu dem Schluss, dass die Ästhetik tänzerischer Sprünge einen größeren Stellenwert hat als die Sprunghöhe und aufgrund dessen auch die Sprungtechnik der Tänzerinnen mehr auf die Sprungausführung als auf die Höhe ausgerichtet ist. Dies dürfte auch auf den JMD zutreffen. Trotzdem ist davon auszugehen, dass ein zusätzliches Training konditioneller Fähigkeiten, in diesem Fall der Sprungkraft, die Höhe und somit auch die Ästhetik der Sprünge im Tanz verbessern kann (vgl. auch Angioi, Metsios, Twitchett, et al., 2009 und Angioi, Metsios, Koutedakis, et al., 2009).

Drop Jump

Die Messungen der Reaktivkraft mithilfe des Drop Jump haben keine signifikanten Unterschiede in der Sprunghöhe ergeben. Lediglich die Sportstudentinnen haben gegenüber der OL-Formation höhere Leistungen bzgl. der Sprungkraft beim Drop

Jump gezeigt. Bei der BL konnten jedoch hoch signifikant kürzere BKZ gegenüber der OL festgestellt werden. Von den Sportstudentinnen unterschieden sich die BL-Tänzerinnen diesbezüglich nicht. Auch im Performance-Index zeigten die Tänzerinnen der BL signifikant bessere Werte als die OL. Auch die Sportstudentinnen wiesen bzgl. der BKZ und des Performance-Index hoch signifikante Unterschiede gegenüber der OL auf. Die Tänzerinnen der niedrigeren Leistungsklasse stehen hier also sowohl hinter den Tänzerinnen der höheren Leistungsklasse sowie auch hinter den Sportstudentinnen in der Sprungleistung zurück.

Die reine Betrachtung der statistischen Signifikanzen lassen in erster Linie vermuten, dass die Reaktivkraft bei BL-Tänzerinnen keine leistungsbestimmende Komponente darstellt. Die Tänzerinnen der BL zeigen sehr kurze Bodenkontakte, setzen diese aber nicht direkt in längere Flugzeiten und somit größere Sprunghöhen um. Die Fähigkeit, die Sprunggelenke schnell aus der Beugebelastung wieder zu strecken, ist also grundsätzlich vorhanden, aber es fehlt die Kraft, diese Fähigkeit auch in eine größere Sprunghöhe zu übertragen. Es ist möglich, dass unterschiedliche Ausprägungen der Sprungtechnik bei den Probandinnen vorliegen. Grundsätzlich wurde zwar darauf geachtet, dass die Probandinnen im DJ nicht mit den Fersen den Boden berühren (Bobbert, et al., 1987). Trotzdem ist anzunehmen, dass die Technik des Drop Jumps trainingsmethodisch bei den Tänzerinnen gegenüber den Sportstudentinnen eher weniger bekannt und damit die Ausführung im Test erschwert ist (Wirth, Bob, Müller, & Schmidtbleicher, 2007). Möglicherweise müssten auch die Absprunghöhen individuell besser angepasst werden. Die Sportstudentinnen zeigten diesbezüglich höchst signifikante Unterschiede im Vergleich mit den Tänzerinnen der niedrigeren Leistungsklasse. Möglicherweise hat diese Sprungform in anderen Sportarten im Training eine größere Bedeutung. Die Unterschiede zwischen den Sportstudentinnen zur höheren Leistungsklasse waren hier zwar nicht signifikant und die Ergebnisse waren einander ähnlich, jedoch konnten sich die BL-Tänzerinnen hinsichtlich dieses Parameters auch nicht deutlich von den OL-Tänzerinnen abgrenzen. Es ist trotzdem zu betonen, dass eine Tendenz erkennbar ist hin zu einer stärkeren Ausprägung der Reaktivkraft der BL gegenüber der OL, insbesondere in Anbetracht der signifikant kürzeren BKZ und des signifikant höheren Performance-Index der BL gegenüber der OL.

Mit einer größeren Anzahl an Probandinnen könnten ggf. auch signifikante Unterschiede bezüglich der Sprunghöhe im DJ zwischen den Leistungsklassen festgestellt werden. Es wird vermutet, dass die Reaktivkraft in den höheren Leistungsklassen eine größere Rolle spielt, als die vorliegenden Ergebnisse vorerst vermuten lassen. Dies muss jedoch mit dem derzeitigen Stand der Ergebnisse vorerst eine These bleiben.

Der beschriebene Sachverhalt der eindeutig kürzeren BKZ auf Seiten der BL-Tänzerinnen lässt sich möglicherweise auch vor dem Hintergrund der koordinativen Komponente des DJ erklären. Möglicherweise besteht seitens der Tänzerinnen der hohen Leistungsklasse eine höhere Ausprägung koordinativer Fähigkeiten, die für die kürzeren BKZ während des Sprunges verantwortlich sein könnten. Es ist denkbar, dass die Techniken und Sprungformen im JMD die Fähigkeit, kurze BKZ zu generieren, positiv beeinflussen, ohne dass das Training gezielt auf kurze BKZ oder einen hohen Performance-Index ausgerichtet ist. Die BL-Tänzerinnen zeigten schnelle Reaktionen im kurzen DVZ (vgl. Kap. 2.1.2) ohne signifikant höhere Sprunghöhenwerte. Trotz guter neuromuskulärer Ausprägungen reicht die Schnellkraft offenbar nicht aus, auch höhere Sprunghöhen zu generieren. Es bleibt offen, ob dies im Tanz überhaupt von zentraler Bedeutung für die Gesamt-(Sprung)-Leistung ist.

In Bezug auf die Sprunghöhe bei den Drop Jumps bietet die Untersuchung von Taube, Leukel, Lauber, & Gollhofer (2011) eine Möglichkeit, die vorliegenden Ergebnisse mit denen anderer, nicht-tänzerischer Sportarten zu vergleichen. Bei dieser Studie wurden ausschließlich Probanden untersucht, deren Sport einen hohen Anteil an Sprüngen und Sprungformen aufweist, wie Volleyballer, Basketballer oder Leichtathleten. Tab. 7.2 zeigt den Ergebnisvergleich der Pretest-Messungen von Taube, et al. (2011) und der Messungen der vorliegenden Studie im Überblick. Der direkte Vergleich ist hier möglich, da die Messtechnik und die Berechnung der Sprunghöhe bzw. der Bodenkontaktzeit in beiden Untersuchungen nahezu gleich sind.

Tab. 7.2: *DJ-Sprunghöhe, BKZ und Probandendaten, Mittelwert \pm Standardabweichung - Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit den Ergebnissen von Taube, et al (2011);*

<i>Vergleichende Untersuchung zwischen verschiedenen Leistungsklassen des JMD und Sportstudentinnen</i>						
Gruppe	N	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	Körperhöhe (cm)	Sprunghöhe DJ (cm)	BKZ (s)
1 (BL)	15	25 \pm 3	56,36 \pm 4,43	167,40 \pm 4,39	19,8 \pm 5,86	0,17 \pm 0,02
2 (OL)	13	26 \pm 3	63,44 \pm 8,11	167,08 \pm 7,35	17,3 \pm 3,76	0,20 \pm 0,02
3 (KG)	12	21 \pm 1	58,07 \pm 5,16	167,17 \pm 6,73	23,1 \pm 5,72	0,18 \pm 0,02
<i>The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training (Taube, et al., 2011)</i>						
Gruppe	N	Alter (Jahre) s	Gewicht (kg)	Körperhöhe (cm)	Sprunghöhe DJ (cm)	BKZ (s)
1	4 w 7 m	24 \pm 3	68 \pm 11	177 \pm 9	25	0,19
2	4 w 7 m	25 \pm 4	69 \pm 8	179 \pm 9	28	0,19

In Bezug auf die Sprunghöhe ähneln die Werte der Proband/Innen von Taube, et al. (2011) am ehesten den Ergebnissen der in der vorliegenden Studie gemessenen Sportstudentinnen (vgl. Tab. 7.2). Die Ergebnisse der Tänzerinnen bei diesem Parameter liegen deutlich unter den Werten der bei Taube, et al. (2011) gemessenen Sportler. Dies hängt vermutlich u.a. damit zusammen, dass bei Taube, et al. (2011) gemischte Gruppen gemessen und die Ergebnisse nicht nach Geschlechtern getrennt dargestellt wurden. Außerdem bestehen deutliche konstitutionelle Unterschiede zwischen den Probanden der beiden Studien, was ebenfalls einen Einfluss auf die Ergebnisse haben dürfte. Auffallend sind demgegenüber die annähernd identischen Ergebnisse bzgl. der Bodenkontaktzeit. Hier unterscheiden sich die BL-Tänzerinnen nicht oder kaum von den Ergebnissen der untersuchten SportlerInnen von Taube, et al. (2011). Entsprechend wird postuliert, dass die neuronale Ansteuerung im DVZ bei den BL-Tänzerinnen ähnlich ausgeprägt ist wie bei den untersuchten SportlerInnen in der Vergleichsstudie, dass aber die dabei erreichte Sprunghöhe bei den Tänzerinnen noch Potential zur Steigerung hat. Dagegen weisen die untersuchten Tänzerinnen der niedrigeren Leistungsklasse beim DJ nicht nur geringere Sprunghöhen, sondern auch längere BKZ auf als die SportlerInnen bei Taube, et al. (2011).

Des Weiteren zeigten die Untersuchungsgruppen bei Taube, et al. (2011) im Pretest einen Performance-Index von durchschnittlich 1,3 mm/ms (Gruppe 1) bzw. 1,5 mm/ms bei einer Drop-Jump-Höhe von 30 cm. Die Werte des Performance-

Index der BL ($1,13 \pm 0,41$ mm/ms) und der KG aus Sportstudentinnen ($1,28 \pm 0,35$ mm/ms) der vorliegenden Studie ähneln den Werten von Taube, et al. (2011). Die OL zeigte hier mit $0,81$ mm/ms ($\pm 0,19$) dagegen deutlich niedrigere Werte.

Abschließend muss in Bezug auf die Sprungkraft festgestellt werden, dass mit der beschriebenen Methode (Kap. 5.2) im langen DVZ statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Leistungsklassen im JMD festgestellt werden konnte, im kurzen DVZ jedoch nicht. Die diskutierten Erklärungsansätze können folgendermaßen zusammengefasst werden:

1. Die Sprungkraft im langen DVZ scheint nach den vorliegenden Ergebnissen ein leistungsbestimmender Faktor im JMD zu sein, wobei ausdrücklich betont werden muss, dass die Trainingszeiten der jeweiligen Gruppen und auch die aktuellen choreographischen Anforderungen einen Einfluss auf die Leistung haben können. Somit ist mit einer Verallgemeinerung, dass bei fehlender Sprungkraft zwangsläufig die Gesamtleistung im JMD leidet bzw. dass grundsätzlich hohe Leistungsklassen im JMD eine höhere Sprungkraft im CMJ haben als niedrige Leistungsklassen kritisch umzugehen. Weitere Untersuchungen mit verschiedenen Leistungsklassen könnten hier das Bild verschärfen.
2. Es ist möglich, dass die Sprungkraft im kurzen DVZ im JMD kein leistungsbestimmender, sondern allenfalls ein leistungsgrundlegender konditioneller Faktor ist, weshalb keine gravierenden Unterschiede zwischen der niedrigen und der hohen Leistungsklasse gefunden werden konnten.
3. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass die Sprungkraft zwar eine wesentliche Rolle innerhalb der LF spielt, dass aber nicht ausreichend schnellkraftspezifisch trainiert wurde und deshalb keine deutlicheren Sprunghöhendifferenzen nachgewiesen werden konnten. Daraus folgt indirekt ein Beleg für die eingangs postulierte Feststellung, dass mithilfe verbesserter trainingswissenschaftlicher Fundierungen Leistungssteigerungen erreicht werden könnten. Es scheint sich zu bestätigen, dass im bisherigen Trainingsaufbau solche Zielstellungen keine ausreichende Beachtung gefunden hat.

4. Möglicherweise ist die Sprungkraft als solche nur insofern relevant, als dass sie als Grundlage für tänzerische Sprünge dient, welche wiederum erst durch eine originelle, ästhetische Ausführung und einen hohen koordinativen Anforderungscharakter die Sprungleistung im JMD repräsentieren. D.h.: eine Formation einer hohen Leistungsklasse kann koordinativ und technisch anspruchsvollere Sprünge darbieten als eine Formation einer niedrigeren Leistungsklasse, ohne dass dabei zwangsläufig die Sprungkraft bedeutend stärker ausgeprägt sein muss. Auf der Basis eines hohen koordinativen Niveaus und einer stark ausgeprägten Beweglichkeit der beteiligten Sehnen, Bänder und Gelenke könnte auf gleichem konditionellen Niveau eine optimale Ausnutzung der Flugzeit erfolgen und so eine für tänzerische Belange bessere Sprungleistung erzielt werden.
5. Nichtsdestotrotz wird an dieser Stelle in Übereinstimmung mit (Brown, et al., 2007) postuliert, dass eine höhere Sprungkraft grundsätzlich auch die Optionen für neue, komplexere Sprünge und Sprungformen eröffnet, da aufgrund einer längeren Flugphase mehr Zeit für technische und koordinative Besonderheiten im Sprung bleibt. Weiterführende Studien zu diesem Sachverhalt können Aufschluss darüber geben, inwiefern die Verbesserung der Sprungkraft und damit auch der Sprunghöhe zu einer erkennbar verbesserten Sprungleistung hinsichtlich der Vielseitigkeit und technischen Perfektion tänzerischer Sprünge führen kann. Hierfür müsste ein Trainingsexperiment über Monate oder eventuell Jahre ermöglicht und der Übungsleiter einer Trainingsgruppe einbezogen werden.

7.4 Kraftfähigkeit - maximal willkürlich isometrische Maximalkraft

Die Erfassung der maximal willkürlich isometrischen Maximalkraft diente in der vorliegenden Studie vor allem der isolierten Betrachtung der Maximalkraft der sprungkraftrelevanten Muskelgruppen. Es wurde davon ausgegangen, dass die Sprungkraft bei den Tänzerinnen der höheren Leistungsklasse und dementsprechend auch die maximal willkürlich isometrische Maximalkraft in den entsprechenden Muskelgruppen (Westblad, et al., 1995) stärker ausgebildet sind

als bei den Tänzerinnen der niedrigeren Leistungsklasse. Die statistische Auswertung hat ergeben, dass sich die BL-Tänzerinnen bzgl. der isokinetischen Maximalkraft der Knieextensoren signifikant von den Tänzerinnen der OL unterscheiden. Diese Ergebnisse sind insofern zu erwarten gewesen, als dass die gemessene Sprunghöhe im CMJ (vgl. Kap. 2.4.3.) ebenfalls statistisch signifikante Unterschiede ergeben hat. BL und KG zeigen bzgl. dieses Parameters ähnliche Ergebnisse und unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Auch die KG zeigt signifikant höhere Werte in der isokinetischen Maximalkraft der Knieextensoren als die OL. Die Tänzerinnen der niedrigeren Leistungsklasse liegen also im gemessenen Bewegungsbereich hinter den Tänzerinnen der höheren Leistungsklasse und hinter den Sportstudentinnen. Die Messungen im Sprunggelenk ergaben für keinen der entsprechenden Parameter statistisch signifikante Unterschiede.

Da die hier vorliegenden Ergebnisse der isometrischen Maximalkraftmessungen mit den Ergebnissen in der Literatur verglichen werden sollen, um sie vor dem sportlichen Hintergrund einordnen und beurteilen zu können, wird im Vorfeld auf die Schwierigkeiten bzgl. der Vergleichbarkeit der verschiedenen Untersuchungen zum Thema eingegangen.

Bzgl. der isometrischen Maximalkraftmessungen werden in der Literatur verschiedene Messsysteme und -methoden beschrieben (siehe unten). Bei der Beurteilung der isokinetischen wie auch der isometrischen Maximalkraft der Knieextensoren und -flexoren sowie der Fußextensoren und -flexoren müssen außerdem diverse Einstellungen wie z.B. Knie- und Hüftwinkel, Winkelgeschwindigkeiten sowie auch die Besonderheiten des jeweiligen Messsystems beachtet werden. Die vergleichende Analyse der vorliegenden Daten und der Ergebnisse anderer Studien ist nur möglich, wenn die genannten Einstellungen mit einbezogen werden. Der Vergleich mit Referenzwerten in der Literatur wird durch die Vielfalt der Einstellungsmöglichkeiten erschwert, wie im Folgenden näher erläutert wird. Die Einstellungen der Gelenkwinkel beispielsweise variieren bei isokinetischen Maximalkraftmessungen der Knieextensoren/-flexoren zwischen 80° (Holcomb, Rubley, Lee, & Guadagnoli, 2007, Koutedakis, et al., 2007, Koutedakis & Sharp, 2004) und 110° in der Hüfte (Cronin & Hansen, 2005) - soweit dieser Wert überhaupt angegeben ist - sowie

45° (Ahmad, et al., 2006), 65° (Koutedakis, et al., 2007, Koutedakis & Sharp, 2004), 70° (Holcomb, et al., 2007), 90° (Barber-Westin, et al., 2006, Ahmad, et al., 2006) oder auch 110° (Westblad, et al., 1995) im Kniegelenk. Selbst im kompletten Bewegungsbereich zwischen individuell möglicher Flexion und kompletter Extension des Kniegelenks wurden Messungen durchgeführt - ohne Angabe von objektiv nachvollziehbaren Gelenkwinkeln (French, Kraemer, & Cooke, 2003). Des Weiteren geht häufig aus den Angaben der Autoren nicht eindeutig hervor, vorauf sich die Werte der Winkeleinstellungen beziehen. Ausgehend von der Annahme, dass die komplette Extension beispielsweise des Kniegelenks als 0°-Position angenommen wird, so wäre anzunehmen, dass die 70°-Position einen größeren Kniewinkel bedeutet als die 90°-Position (Rosene, Fogarty, & Mahaffey, 2001). Häufig muss es für den Leser allerdings bei einer reinen Annahme bleiben, da nicht in jedem Fall eindeutig nachvollzogen werden kann, wie vorgegangen wurde.

Auch die Gelenkwinkel bei den isokinetischen Messungen im Sprunggelenk sind häufig nicht konkret dargelegt. Unterschiede bestehen hier vor allem im Kniegelenkwinkel, welcher variiert zwischen kompletter Extension (Jud, 2009, Fugl-Meyer, 1981), 90° (Fugl-Meyer, 1981) bzw. 60° Flexion (Kuni & Schmitt, 2004). Die Startposition des Sprunggelenks, welche meist in der maximalen Dorsalextension liegt (Fugl-Meyer, 1981, Kuni & Schmitt, 2004), ist relativ einheitlich publiziert. Allerdings besteht hierbei das Problem, dass diese Position individuell verschieden sein kann, wodurch wiederum die Objektivität und Vergleichbarkeit der Daten untereinander und mit anderen Studien beeinträchtigt sind.

Des Weiteren variieren die Winkelgeschwindigkeiten in den isokinetischen Maximalkraftmessungen zum Teil stark. Werte zwischen 60°/s (Cronin & Hansen, 2005, Hamilton, et al., 1992), 90°/s (Westblad, et al., 1995), 180°/s und 300°/s (Ellenbecker, Roetert, Sueyoshi, & Riewald, 2007, Barber-Westin, et al., 2006, Cronin & Hansen, 2005), 250°/s (French, et al., 2003) bzw. 240°/s, 180°/s und 60°/s (Holcomb, et al., 2007, Kannus, 1988) bei konzentrischen wie auch exzentrischen Messungen der Knieextensoren/-flexoren finden hier bei gesunden ProbandInnen Anwendung.

Bei isokinetischen Maximalkraftmessungen der Fußextensoren/ -flexoren differieren die Angaben zwischen 60°/s (konzentrisch-konzentrisch) bzw. 20°/s (exzentrisch-konzentrisch) bei Jud (2009), 30°/s, 120°/s (Kuni & Schmitt, 2004), 30, 60, 120 und 180°/s bei Fugl-Meyer (1981) und ebenfalls 60°/s bei Holm & Vøllestad (2008).

Die Vergleichbarkeit vorliegender Daten zu isokinetischen Messungen im Knie- und Sprunggelenk wird zusätzlich erschwert durch die Verwendung unterschiedlichster Messsysteme. U.a. kommen hier Isomed 2000 (Bert, 2010, Jud, 2009), Cybex Dynamometer (Holm & Vøllestad, 2008, Hamilton, et al., 1992), Kin-Com Dynamometer (Holcomb, et al., 2007, Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson, & Dyhre-Poulsen, 1998), Hand-Held-Dynamometer (Hamstra-Wright et al., 2006, Ahmad, et al., 2006), Biodex System Isokinetic Dynamometer (Barber-Westin, et al., 2006, Cronin & Hansen, 2005, Kuni & Schmitt, 2004, Westblad, et al., 1995) und andere (French, et al., 2003, Rosene, et al., 2001, Read & Bellamy, 1990, Kannus, 1988, Fugl-Meyer, 1981, Koutedakis, et al., 2007) zur Anwendung.

Die Darlegung dieser z.T. gravierenden Unterschiede in der Messmethodik und Messtechnik allein im Bereich der Maximalkraftmessungen in den Knieextensoren und unabhängig vom Tanzsport verdeutlicht die Schwierigkeit, Ergebnisse untereinander vergleichbar zu machen und die entsprechenden Rückschlüsse ziehen zu können. Auch Kuni & Schmitt (2004) betont in diesem Zusammenhang die Einschränkungen der Vergleichbarkeit von isokinetischen Maximalkraftwerten aufgrund verschiedener Messpositionen und Winkelgeschwindigkeiten in den diversen Studien. Trotz dieser Schwierigkeiten soll im Folgenden der Versuch unternommen werden, die vorliegenden Ergebnisse mithilfe bestehender Publikationen zu bewerten und abschließend zu beurteilen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie haben gezeigt, dass die Tänzerinnen der höheren Leistungsklasse nur teilweise höhere Leistungen in der Maximalkraft der gemessenen Muskelgruppen aufweisen als diejenigen der niedrigeren Leistungsklasse. In der isometrischen Maximalkraftmessung der Knieextensoren im 90°- Winkel gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen BL und OL, weder in den Absolutwerten noch in Relation zum Körpergewicht. Dies könnte bedeuten, dass der Kniewinkel von 90° keine relevante Position darstellt, in welcher die Maximalkraft der Knieextensoren der Tänzerinnen benötigt wird. Die

Hypothese H2.2 kann nur teilweise angenommen werden. Bei alleiniger Betrachtung der Absolut-Werte konnten in der vorliegenden Studie keine Gruppenunterschiede zwischen den Leistungsklassen festgestellt werden (Anhang I). In Relation zum Körpergewicht (Maximalkraft/ Körpermasse, vgl. Kap. 5.2) wurde jedoch eine signifikant höhere Leistung bzgl. der isokinetischen Maximalkraft über einen Bewegungsbereich von 90°-170° bei 60°/s in den Knieextensoren der BL gegenüber der OL deutlich. Für diesen Parameter kann die Hypothese H2.2 modifiziert angenommen werden: 20-30jährige Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance weisen höhere isokinetische Maximalkraftleistungen in den Knieextensoren im Bewegungsbereich zwischen 90° und 170° auf als gleichaltrige Tänzerinnen der Oberliga. Die BL-Tänzerinnen erreichten hier Absolutwerte von 155 Nm bzw. 2,76 Nm/kg. In einem vorhergehenden Abschnitt dieser Arbeit wurde in Bezug auf die Sprungkraft angemerkt, dass „[auf] der Basis eines hohen koordinativen Niveaus und einer stark ausgeprägten Beweglichkeit der beteiligten Sehnen, Bänder und Gelenke [...] auf gleichem konditionellen Niveau eine optimale Ausnutzung der Flugzeit erfolgen und so eine für tänzerische Belange bessere Sprungleistung erzielt werden [kann].“ (Kap. 7.3, S. 123). Wie die isokinetische Maximalkraftmessung jedoch gezeigt hat, scheint allerdings das konditionelle Niveau in Bezug auf die Maximalkraft in den Knieextensoren im Bewegungsbereich von 90°-170° bei den BL-Tänzerinnen sogar deutlich höher zu sein als bei den Tänzerinnen der OL. Dies bietet also grundsätzlich auch das Potential für eine größere Sprungkraft im CMJ seitens der BL (siehe oben).

Westblad, et al., (1995) haben 11 weibliche und sechs männliche professionelle Balletttänzer mit 35 sportliche aktiven KontrollprobandInnen (Probandendaten siehe Abb. 7.5) in Bezug auf die exzentrische und konzentrische Maximalkraftleistung der Knieextensoren verglichen. Die TänzerInnen trainierten an sechs Tagen pro Woche mit einem täglichen Pensum von sechs bis acht Stunden Training, Probe oder Aufführung.

	Ballet		Control	
	Men (n = 6)	Women (n = 11)	Men (n = 17)	Women (n = 18)
Age, yr	31 ± 6	29 ± 5	29 ± 5	33 ± 7
Height, m	1.82 ± 0.06	1.66 ± 0.06	1.81 ± 0.05	1.67 ± 0.04
Weight, kg	69 ± 6	57 ± 6	73 ± 6	59 ± 7

Abb. 7.5: Deskriptive Statistik der Balletttänzer und der Kontrollgruppe der Studie von Westblad, et al. (1995)

Die isokinetischen Maximalkraftmessungen bei Westblad, et al. (1995) erfolgten bei einem Hüftgelenkwinkel von 45° ausgehend von der kompletten Streckung der Hüfte (vs. 90° in der vorliegenden Studie) und einem Kniewinkel zwischen 110° (vs. 90° in der vorliegenden Studie) und kompletter Extension (vs. komplette Extension minus 10° in der vorliegenden Studie). Gemessen wurde bei einer Geschwindigkeit von 90°/s (vs. 60°/s in der vorliegenden Studie). In den Einzelmessungen der konzentrischen Maximalkraft der Knieextensoren mit insgesamt drei Wiederholungen erreichten die Balletttänzerinnen im Verhältnis zu ihrem Körpergewicht ein maximales Drehmoment von durchschnittlich 2,82 Nm/kg ($\pm 0,25$) und die KG 2,25 Nm/kg ($\pm 0,43$). Diese Werte ähneln den Maximalkraftwerten der isokinetischen Messungen der vorliegenden Studie (BL: 2,76 $\pm 0,25$ Nm/kg; OL: 2,39 $\pm 0,38$ Nm/kg; KG: 2,66 $\pm 0,20$ Nm/kg). Aufgrund der unterschiedlichen Winkeleinstellungen und der höheren Winkelgeschwindigkeit bei (Westblad, et al., 1995) im Vergleich zur vorliegenden Studie sind die Daten nicht einwandfrei direkt vergleichbar. Angesichts der wesentlich höheren Trainingszeiten der untersuchten Balletttänzerinnen sind die sehr ähnlichen Maximalkraftwerte jedoch durchaus von Interesse bei der Beurteilung der vorliegenden Ergebnisse der BL-Tänzerinnen. Auch die ähnlichen Werte der OL und der sportlich aktiven KG bei Westblad, et al. (1995) sind nicht zu missachten. Die bei Westblad, et al. (1995) untersuchten Balletttänzerinnen sind möglicherweise in Bezug auf die Anforderungen ihres Trainings- und Auftrittspensums unzureichend trainiert. Nach Twitchett, et al. (2009) haben Messungen mithilfe isokinetischer Dynamometrie u.a. gezeigt, dass im Vergleich mit gewichtsbezogenen Normwerten insbesondere Balletttänzer niedrigere Werte bzgl. der Knieextensoren aufweisen - ebenso im Rumpf und in den Knieflexoren.

Twitchett, et al. (2009) erklären dies u.a. mit der Tatsache, dass die Skelettmuskulatur von Balletttänzern nur ungefähr zwei Fünftel ihres Körpergewichts ausmachen (Yannakoulia, Keramopoulos, Tsakalakos, & Matalas, 2000) und einem hohen Anteil an Typ I Muskelfasern. Inwiefern dies auch auf Tänzerinnen einer BL-Formation im JMD zutrifft, müsste anderweitig geklärt werden.

In vergleichbaren Studien (vgl. Tab. 3 in Twitchett, et al., 2009) haben professionelle weibliche Tänzerinnen bei isokinetischen Maximalkraftmessungen der Knieextensoren bei 60°/s Werte zwischen rund 74 und 95 Nm im maximalen Drehmoment erreicht. Diese Maximalkraftwerte liegen deutlich unter denen der vorliegenden Studie, in welcher die BL-Tänzerinnen für diesen Parameter bis zu knapp 155 Nm erreichten. Im Vergleich dazu lagen die Werte der BL-Tänzerinnen bei den isokinetischen Maximalkraftmessungen mit 60°/s in den Knieflexoren bei rund 78,8 Nm, während die Referenzwerte der Vergleichsstudien mit professionellen Balletttänzerinnen hier Werte zwischen 46 und 53 Nm angeben, was zwar auch eine deutliche Differenz zwischen den Studien darstellt, wenn auch eine geringere als beim erstgenannten Parameter. Leider fehlen in diesem Zusammenhang die Vergleichswerte in Relation zum Körpergewicht, was einen direkten Vergleich zwischen den verschiedenen Ergebnissen kaum möglich macht. Des Weiteren sind in den entsprechenden Studien Werte wie Knie- oder Hüftwinkel nicht angegeben, was die Vergleichbarkeit zusätzlich beeinträchtigt, wie bereits weiter oben beschrieben.

Auch der Vergleich mit den Ergebnissen von Hamilton, et al. (1992) ist erschwert, da auch hier nur die Absolutwerte der Maximalkraftmessungen angegeben sind und außer der Winkelgeschwindigkeit von 60°/s keine weiteren Einstellungen am Gerät (Cybex Dynamometer) angegeben wurden. Hamilton, et al. (1992) zeigten bei 14 professionellen Balletttänzerinnen des American Ballett Theater und des New York City Balletts Absolutwerte von 128,9 Nm ($\pm 23,2$) in der Knieextension und 71,7 Nm ($\pm 10,2$) in der Knieflexion. Diese Ergebnisse liegen sogar unterhalb der Absolutwerte der in der vorliegenden Studie gemessenen BL (vgl. Kap. 12, Tab. 17.3) sind aber aufgrund der fehlenden Werte in Relation zum Körpergewicht nicht ausreichend aussagekräftig. Die nachträgliche Umrechnung der Werte von Hamilton, et al. (1992) in Relation zum Körpergewicht mithilfe des

Durchschnittswertes der gesamten Probandinnengruppe (51,71 kg) ergibt einen Maximalkraftwert von 2,5 Nm/kg ($\pm 0,4$) für die Knieextension (vs. $2,76 \pm 0,25$ Nm/kg bei der BL) und 1,4 Nm/kg ($\pm 0,2$) für die Knieflexion (vs. $1,40 \pm 0,23$ Nm/kg bei der BL).

Koutedakis & Sharp (1999) haben u.a. die Daten von Brinson & Dick (1996) tabellarisch aufgeführt und geben einen Überblick über die Maximalkraftwerte von Ruderern, Sprintern, Squash-Spielern, Läufern und Tänzern aus dem Modern Dance und dem Ballett für die Knieextension und -flexion (Abb. 7.6). Die Absolutwerte für die Knieextension der Tänzerinnen des Modern Dance (133 Nm) bzw. der Balletttänzerinnen (118 Nm) liegen hier deutlich unterhalb der Werte der vorliegenden Studie (BL: 155 Nm, OL: 150 Nm) in der isokinetischen Messung. Auch die Ergebnisse der Knieflexion liegen bei beiden Gruppen (Modern: 68 Nm; Ballett: 59 Nm) unter den Werten der hier gemessenen BL (78,8 Nm) und OL (79,4 Nm). Allerdings ist auch hier die Vergleichbarkeit stark eingeschränkt, da u.a. keine Winkeleinstellungen bzw. kein genauer Messablauf bei Koutedakis & Sharp (1999) angegeben ist. Außerdem fehlen auch hier Maximalkraftwerte im Verhältnis zum individuellen Körpergewicht. Die Daten können hier lediglich als vorsichtige Orientierung dienen. Koutedakis & Sharp (1999) zeigen jedoch deutlich, dass professionelle Tänzerinnen im Vergleich zu anderen professionellen Sportlerinnen verhältnismäßig niedrigere Maximalkraftwerte in den unteren Extremitäten aufweisen (Abb. 7.6).

Activity	Sex	Knee extension (N.m)	Knee flexion (N.m)
Rowers	Males	350	165
Rowers	Females	212	89
Sprinters	Males	330	220
Sprinters	Females	160	110
Squash	Males	280	136
Squash	Females	168	79
Runners (long-distance)	Males	220	120
Runners (long-distance)	Females	160	85
Dancers (contemporary)	Males	196	94
Dancers (contemporary)	Females	133	68
Dancers (ballet)	Males	181	89
Dancers (ballet)	Females	118	59

Abb. 7.6: Charakteristische Maximalkraftwerte (Absolutwerte) von Knieextensoren und Knieflexoren bei männlichen und weiblichen Tänzern und Sportlern; alle Werte wurden mithilfe eines isokinetischen Dynamometers bei einer Winkelgeschwindigkeit von $60^\circ/s$ erfasst (Koutedakis & Sharp, 1999)

Nach einer Untersuchung von Koutedakis, Agrawal, & Sharp (1998) unterscheiden sich männliche Tänzer in Bezug auf die Maximalkraftwerte der Knieextensoren- und Knieflexoren jedoch nicht signifikant von anderen Sportlern wie Bob-Sportlern, Ruderern und auch Nicht-Sportlern (Abb. 7.7). Des Weiteren sind in der betreffenden Untersuchung in der gemessenen Winkelgeschwindigkeit von 1,04 rad/s (=60°/s) die Ergebnisse der männlichen Profitänzer (Knieextension: 3,2 Nm/kg; Knieflexion: 1,6 Nm/kg) vergleichsweise nicht übermäßig höher als die der weiblichen BL-Tänzerinnen der vorliegenden Studie (Knieextension: 2,76 Nm/kg; Knieflexion: 1,40 Nm/kg).

Vor dem Hintergrund der oben aufgeführten Referenzdaten wären die Ergebnisse der vorliegenden Studie als relativ hoch einzuschätzen. Weshalb die vorliegenden Werte der BL-Tänzerinnen denen von BalletttänzerInnen z.T. nicht unähnlich sind oder sogar höher liegen, obgleich allein die verschiedenen Trainingspensens große Unterschiede aufweisen, kann hier nicht eindeutig geklärt werden. Möglicherweise sind insbesondere BalletttänzerInnen tatsächlich für ihre speziellen Anforderungen noch unzureichend trainiert (siehe oben) und deshalb bzgl. der Maximalkraft in den unteren Extremitäten nicht so weit entfernt von anderen TänzerInnen mit niedrigerem Trainings- und Auftrittspensum.

Angular velocity	Muscle group	Professional dancers (n = 20)	Olympic bobsleighters (n = 11)	Olympic rowers (n = 14)	Non-athletes (n = 10)
1.04 (rad/sec)	Quadriceps (N.m/kg)	3.2	3.2	3.1	2.9
	Hamstrings (N.m/kg)	1.6	1.8	2.0	1.4
3.14 (rad/sec)	Quadriceps (N.m/kg)	2.1	2.5	2.2	2.1
	Hamstrings (N.m/kg)	1.3	1.6	1.4	1.2
4.19 (rad/sec)	Quadriceps (N.m/kg)	1.8	2.1	2.0	1.8
	Hamstrings (N.m/kg)	1.2	1.6	1.4	1.3

Abb. 7.7: Maximalkraftwerte der Knieextensoren und Knieflexoren im Verhältnis zum Körpergewicht bei männlichen professionellen Tänzern, olympischen Bobsportlern, olympischen Ruderern und Nichtsportlern im Vergleich und bei drei verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten: 60°/s, 180°/s, 240°/s (Koutedakis & Sharp, 1999)

Demgegenüber zeigten Westblad, et al. (1995) bei Balletttänzerinnen deutlich höhere Maximalkraftleistungen in den Knieextensoren im Vergleich mit einer

sportlich aktiven KG. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Unterschiede in den Ergebnissen auch mit unterschiedlicher Messtechnik einerseits sowie andererseits mit unterschiedlichen Voraussetzungen seitens der jeweiligen Kontrollgruppen zusammenhängen können.

Tänzerinnen und Tänzer aus dem Modern Dance weisen generell höhere Kraftleistungen auf als Balletttänzerinnen und Balletttänzer und sind diesbezüglich in einigen Fällen vergleichbar mit Athleten, was u.a. auch damit zusammenhängen könnte, dass Tänzer im Modern Dance im Gegensatz zu vielen Balletttänzern nicht selten auch eine sportliche Vorgeschichte haben (Koutedakis & Sharp, 2004). Weitere Referenzwerte für eine objektive Analyse dieser Aussage im Zusammenhang mit den vorliegenden Daten liegen derzeit jedoch nicht vor.

Im Hinblick auf die Ergebnisse der vorliegenden Studie bzgl. der Maximalkraft der Fußextensoren und Fußflexoren musste festgestellt werden, dass sich keine signifikanten Unterschiede zwischen BL und OL bzw. KG gezeigt haben, weder in den Absolutwerten noch in Relation zum Körpergewicht. Die Hypothesen H2.2 und H5 können für diesen Parameter nicht angenommen werden.

Die vorliegenden Absolutwerte der isokinetischen Maximalkraftmessungen der BL für die Fußextension ($121 \pm 20,6$ Nm) und für die Fußflexion ($22,1 \pm 5,21$ Nm) ähneln den Ergebnissen von Hamilton, et al. (1992) mit professionellen Balletttänzerinnen (siehe oben), welche Maximalkraftwerte von $67,9$ Nm ($\pm 12,1$) in der Fußextension und $15,4$ Nm ($\pm 4,5$) in der Fußflexion erreichten. Auch in der nachträglichen Umrechnung der Werte von Hamilton, et al. (1992) in Relation zum Körpergewicht mithilfe des Durchschnittswertes der gesamten Probandinnengruppe ($51,71$ kg) ähneln sich die Werte der BL (Fußextension: $2,14 \pm 0,35$ Nm/kg; Fußflexion: $0,39 \pm 0,10$ Nm/kg) und der professionellen Balletttänzerinnen (Fußextension: $1,3 \pm 0,2$ Nm/kg; Fußflexion: $0,3 \pm 0,1$ Nm/kg) bzw. liegen die Werte der BL sogar deutlich über denen der Balletttänzerinnen. Aufgrund der oben erwähnten fehlenden Angaben zur Messmethodik bei Hamilton, et al. (1992) bleibt der Vergleich der Daten bedenklich.

Im Vergleich mit weiblichen gemischten Athleten (Badminton, Volleyball, Handball, Fußball und Eiskunstlauf) und Nicht-Sportlern im Alter zwischen 22 und 25 Jahren sind die Ergebnisse der BL, OL und KG der vorliegenden Studie annähernd gleich.

Die Autoren haben mit einem Lumex Dynamometer u.a. mit einer Winkelgeschwindigkeit von $30^\circ/\text{s}$ im Bewegungsbereich von maximaler Dorsalflexion bis zur maximalen Plantarflexion gemessen. Die Werte sind daher recht gut mit denen der vorliegenden Studie vergleichbar. Die Autoren haben nur die Absolutwerte angegeben und außerdem für die Frauen nur die Prozentwerte in Bezug auf die Werte der Männer berechnet. Nach Umrechnung dieser Prozentwerte und der Absolutwerte in Relation zum Körpergewicht mithilfe der Durchschnittswerte (Körpergewicht) der jeweiligen Untersuchungsgruppe bei Fugl-Meyer (1981) konnten folgende Maximalkraftwerte verglichen werden:

Fußextension: Athletinnen: 2,2 Nm/kg; Nicht-Sportlerinnen: 1,5 Nm/kg; BL: 2,14 Nm/kg; OL: 2,00 Nm/kg; KG: 2,16 Nm/kg.

Fußflexion: Athletinnen: 0,4 Nm/kg; Nicht-Sportlerinnen: 0,5 Nm/kg; BL: 0,39 Nm/kg; OL: 0,36 Nm/kg; KG: 0,47 Nm/kg.

In Bezug auf die Fußextension zeigt sich, dass sich die BL und die KG der vorliegenden Studie nicht von den gemischten Athletinnen bei Fugl-Meyer (1981) unterscheiden. Die OL liegt bei diesem Parameter eher etwas unter den genannten Werten, aber deutlich oberhalb der Nicht-Sportlerinnen. Die Fußflexion betreffend gibt es kaum Unterschiede zwischen den diversen Gruppen. Aufgrund der notwendigen mehrfachen Nachberechnungen der Daten (siehe oben) muss dieser Vergleich dennoch bedachtsam behandelt werden.

Kuni & Schmitt (2004) haben bei semi-professionellen Tänzerinnen im Alter von durchschnittlich 18 Jahren und Freizeitsportlerinnen (durchschnittlich 19 Jahre) für die Fußflexion mit $30^\circ/\text{s}$ und einer ähnlichen Vorgehensweise wie bei Fugl-Meyer (1981) und der vorliegenden Studie ebenfalls einen Wert von ca. 0,5 Nm/kg festgestellt. Diese Muskelgruppe scheint entsprechend für die gemessenen Sportarten einschließlich des Tanzes keine wesentliche Rolle zu spielen. Die Tänzerinnen erreichten allerdings in dieser Studie einen Maximalkraftwert von 3,0 Nm/kg in der Fußextension, welcher deutlich über den Werten der Athletinnen (Fugl-Meyer, 1981) und der BL, OL und KG der vorliegenden Studie liegt. Es ist anzunehmen, dass insbesondere im Ballett u.a. durch den Spitzentanz noch höhere Krafterleistungen in der Fußstreckmuskulatur benötigt werden als z.B. im JMD.

Es wird abschließend postuliert, dass nicht die Sprungkraft allein im Tanz entscheidend ist, sondern vor allem die Koordination im Sprung. Letztere ist für die entsprechende Ästhetik und ein tänzerisches Erscheinungsbild des Sprunges wichtig. Die Sprungkraft sollte also entsprechend trainiert werden, um komplexe Sprünge überhaupt erst zu ermöglichen und die Zeit zu schaffen, den tänzerischen Sprung wie erforderlich auszuführen und anschließend eine stabile Landung zu gewährleisten. Hierbei sollte grundsätzlich kein Maximum an Sprungleistung angestrebt werden, sondern vielmehr ein Optimum in engem Zusammenhang mit der musikalischen Rhythmisierung und mit künstlerischem Ausdruck bzw. Ästhetik. Möglicherweise würden vor diesem Hintergrund größere Belastungsumfänge und eine Erhöhung der jeweiligen Belastungsdauer bereits zum Erfolg führen. Dies lässt den Schluss zu, dass die Leistung im Tanz und entsprechender Erfolg im Ligasystem u.a. eng mit äußeren Umständen und den Rahmenbedingungen der jeweiligen Vereine der Formationen zusammenhängen. In dieser Sportart ist eine besonders hohe Motivation und Einsatzbereitschaft seitens der TänzerInnen und auch der TrainerInnen erforderlich, insbesondere wenn seitens des Vereins nicht ausreichend Ressourcen zu Verfügung stehen, seien sie räumlicher oder auch finanzieller Art. Für die Gewährleistung von ergänzendem Training, für die Erweiterung von Trainingsumfängen sowie auch für die Arbeit an diversen künstlerischen, choreographischen und sportlichen Voraussetzungen müssen alle Beteiligten sehr viel Eigeninitiative zeigen und möglichst viel in Eigenverantwortung leisten, um alle notwendigen Bereiche optimal zu schulen und zu verbessern und im Ligasystem erfolgreich zu sein.

Methodenkritik

Die Messung der statischen Gleichgewichtsfähigkeit auf der sogenannten halben Spitze (demi-pointe), also den Fußballen, welche im Tanz von besonderer Bedeutung ist, würde eine weitaus sportartspezifischere Position als die hier angewendete darstellen. Des Weiteren müssten Arm- und Beinhaltungen tänzerischen Bezug haben. Diese Möglichkeiten der Standposition wurde jedoch aufgrund von Schwierigkeiten verworfen, welche bereits bei Hugel, et al. (1999) beschrieben werden. Die Autoren erklären, dass die im Rahmen der betreffenden Studie untersuchten Nichttänzer nicht in der Lage waren, beispielsweise den bipodalen Stand auf der halben Spitze länger als 20 s beizubehalten. Die Vergleichbarkeit der Daten über einen Messzeitraum von 30 s wäre somit in der vorliegenden Studie problematisch geworden.

Die vorliegende Untersuchung bezieht nicht die aktuelle Wettkamp choreographie und deren jeweilige spezifische Anforderungen an die statische Gleichgewichtsleistung mit ein. Es bestünde theoretisch die Möglichkeit, dass Unterschiede zwischen den Gruppen nicht allein mit den unterschiedlichen Leistungsklassen zusammenhängen, sondern auch mit der aktuell getanzten und trainierten Choreographie. Allerdings ist hier anzumerken, dass die hier gemessenen hoch signifikanten Unterschiede im statischen Gleichgewicht zwischen der Bundesliga- und der Oberliga-Formation trotz dieser Überlegung über einen längeren Zeitraum entwickelt worden sein müssen. Es könnte entsprechend von Belang sein, inwiefern die aktuellen Choreographien den Stand der jeweiligen LF bei den Tänzerinnen über den Jahresverlauf beeinflussen.

Für das reaktive Gleichgewicht ist es für die Aussagekraft der Ergebnisse vermutlich ebenfalls von Bedeutung, wenn die Standposition bzw. die eingenommene Haltung, in welcher die Messung durchgeführt werden soll, tanzspezifisch gestaltet würde. Hierzu müsste von der in der Literatur angegebenen Prozedur abgewichen (Turbanski & Schmidtbleicher, 2010, Granacher, et al., 2009a, Granacher, et al., 2009b) und eine Standposition gewählt werden, die einer tänzerischen Pose so nah wie möglich kommt. Hier bestünde dann jedoch wiederum das Problem, dass eventuell nicht alle Sportstudentinnen und vielleicht auch nicht alle Tänzerinnen der niedrigeren Leistungsklasse diese Position ausreichend beherrschen und einhalten können,

um eine objektive Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. Vergleiche zwischen verschiedenen Leistungsbereichen sind aus diesem Grund z.T. von nachgeordnetem Interesse. Lösungen und Empfehlungen sind stärker innerhalb der Bereiche/Kaderkreise zu suchen und auch statistische Signifikanzen müssen u.U. nachgeordnet betrachtet werden.

Eine weitere Spezifizierung wäre bei der Gestaltung des Störreizes möglich. Dieser könnte noch verstärkt werden und somit mögliche Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen besser deutlich zu machen. Am verwendeten Messsystem Posturomed von Haider besteht die Möglichkeit, die hier gewählte Auslenkung von 2,5 cm (vgl. 2.1.2), welche auch entsprechend publiziert ist (Turbanski & Schmidbleicher, 2010, Granacher, et al., 2009a, Granacher, et al., 2009b) noch zu erhöhen auf 3,5 cm. Somit würde der Störreiz verstärkt und die Anforderung an die Probandin erhöht, wodurch Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen eventuell deutlicher werden, als mit der bereits publizierten Messmethodik. Des Weiteren könnten möglicherweise auch andere, tanzspezifische Formen von Störungen entwickelt werden, welche den Anforderungen des JMD mehr entgegenkommen.

Die Messungen des proaktiven Gleichgewichts basieren in der vorliegenden Studie auf einer Methode, die in dieser Form noch nicht publiziert wurde und entsprechend noch nicht ausreichend verifiziert werden konnte. Es wird u.a. aufgrund der diesbezüglich unerwarteten Ergebnisse angenommen, dass mit der vorliegenden Methode der Parameter „proaktives Gleichgewicht“ nicht ausreichend bzw. nicht tanzspezifisch erfasst wurde. Einige mögliche Ursachen sind:

1. Die Anforderung an das proaktive Gleichgewicht war zu gering, d.h.:
 - zu geringe Sprungweite
 - zu geringe Sprunghöhe.

Eine Alternative könnte hier das Springen über ein festgelegtes Hindernis darstellen.

2. Die Sprungform war nicht sportartspezifisch, sie unterschied sich nicht wesentlich von Bewegungsaufgaben, die auch in anderen Sportarten von Bedeutung sind. D.h.:

- Sprungform zu wenig komplex
- Sprungform nicht tanzspezifisch.

Bei einer tänzerischen Sprungvariante könnte sich ein völlig neues Bild ergeben. Aufgrund der fehlenden Vergleichbarkeit wurde hier jedoch eine einfache Sprungform gewählt, die von allen drei Gruppen ausgeführt werden konnte.

Bzgl. der Kraftmessungen muss angemerkt werden, dass die Gelenk- und Geräteinstellungen zwar entsprechend bestehender Publikationen vorgenommen wurden (Barber-Westin, et al., 2006, Ahmad, et al., 2006), u.a. um eine bessere Vergleichbarkeit der Daten gewährleisten zu können, dass aber eine Anpassung der Gelenkwinkel an die sportartspezifischen Anforderungen sinnvoll erscheint. So ist es von weiterem Interesse, die durchgeführten Messungen mit unterschiedlichen Winkeln zu wiederholen und die Ergebnisse untereinander zu vergleichen. Auf diese Weise wäre es möglich, denjenigen Knie- und Hüftwinkel zu bestimmen, in dem die Tänzerin den größten Maximalkraftwert erreicht bzw. aus welchem Kniewinkel sie abspringen müsste, um die beste Sprunghöhe zu erreichen.

8 Hintergründe, Ziele und Hypothesen Studie II

Die Ergebnisse aus der ersten Studie haben gezeigt, dass Unterschiede zwischen den Leistungsklassen im JMD existieren. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die entsprechenden untersuchten Leistungsfaktoren einen Einfluss auf die sportliche Leistung im JMD haben. Weiterhin kann geschlussfolgert werden, dass ein Training spezieller leistungsrelevanter Faktoren die sportliche Gesamtleistung erhöht. Die Videoanalyse und die Ergebnisse der ersten Studie haben gezeigt, dass im JMD in höheren Leistungsklassen neben der statischen die reaktive Gleichgewichtsfähigkeit von besonderer Bedeutung ist, insbesondere in medio-lateraler Richtung. Des Weiteren ist die Sprungkraft ein wesentlicher Faktor. Die Videoanalyse bestätigt dies.

Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass ergänzendes Training im Tanz notwendig ist. Brown, et al. (2007) unterstützen mit ihren Ergebnissen die Ansicht, dass das Tanztraining allein häufig nicht ausreicht, um Steigerungen in wesentlichen Leistungsfaktoren im Tanz zu erreichen und dass ein ergänzendes Training die tänzerischen Belange unterstützen kann. Auch Kuni & Schmitt (2004) betonen, dass für Tänzer beispielsweise ein zusätzliches propriozeptives Training u.a. zur Verbesserung der Gleichgewichtskontrolle durchaus zu empfehlen ist. Die Voraussetzung für ein zusätzliches Training ist, dass es speziell für die Belange des Tanzes konzipiert ist und so effektiv und zeitsparend wie möglich in die zur Verfügung stehende Trainingszeit integriert wird, da im JMD trotz allem die Choreographie und der Tanz im Vordergrund stehen. Im Hinblick auf den Praxisbezug wurde deshalb das Trainingsprogramm in der Studie II tanzspezifisch gestaltet und in den regulären Trainingsablauf integriert.

Für das Training der Sprungkraft als eine Form der Schnellkraft stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, wie z.B. ein Maximalkrafttraining mit wiederholter submaximaler Anspannung (Ehlenz, Grosser, & Zimmermann, 2003, Hartmann & Tünnemann, 1984) oder auch Plyometrisches Training (Ford et al., 1983, Brown, et al., 2007, Toumi, Best, Martin, & Poumarat, 2004). Insbesondere die Kombination aus Sprüngen und Gewichtstraining führt zu einer Verbesserung der Sprungleistung (Clutch, Wilton, McGown, & Bryce, 2013, Fatouros et al., 2000,

Lyttle, Wilson, & Ostrowski, 1996). „Für muskuläre Schnellkraftleistungen ist die Maximalkraftfähigkeit [...] angemessen auszubilden“ (Schnabel, Harre, Krug, & Kaeubler, 2014, S. 329). „Die Maximalkraft ist der wichtigste Bestimmungsfaktor aller Schnellkraftleistungen“ (Bührle, 1985, S. 104). Laut Schnabel, et al. (2014) sind beim Training der Schnellkraft jedoch auch immer die disziplinspezifischen und individuellen Anforderungen zu berücksichtigen. Ein Maximalkrafttraining mit Gewichten wurde deshalb für die vorliegende Studie ausgeschlossen, da für die untersuchte Tanzformation ein solches Training zeitlich und organisatorisch nicht möglich ist. Dies dürfte auch für viele weitere Formationen gelten, insbesondere da in dieser Sportart das Tanzen im Vordergrund steht, wie bereits oben betont wurde. Aufgrund der Rahmenbedingungen stand die Effizienz eines Plyometrischen Training, welches ohne größere Probleme in das bestehende Training integriert werden kann, für die Verbesserung der Sprungleistung im Mittelpunkt. Das Plyometrische Training diente hier dazu, die Sprungkraft bzw. Sprunghöhe der Tänzerinnen auch ohne ein Maximalkrafttraining mit Gewichten zu verbessern (Matavulj, Kukolj, Ugarkovic, Tihanyi, & Jaric, 2001, Markovic, 2007, Chimera, Swanik, Swanik, & Straub, 2004, Burgess, Connick, Graham-Smith, & Pearson, 2007, Taube, et al., 2011, Wilkerson et al., 2004). Es wird auch als Elastizitätstraining, reaktives Training, exzentrisches Training oder Niedersprungtraining bezeichnet (Weineck, 2010). Die Vorteile des Plyometrischen Trainings speziell bei Tänzern sind u.a. (vgl. Weineck, 2010, Kraemer et al., 2002, Fleck & Kraemer, 2004):

- der rasche und ausgeprägte Kraftgewinn aufgrund der verbesserten intramuskulären Koordination ohne Muskelmassenzunahme;
- hochgradige Effizienz bzgl. der Verbesserung von Schnelligkeits-, Reaktiv- und Schnellkraftleistungen, gleichzeitig keine Einschränkung der aeroben Leistungsfähigkeit;
- der DVZ kann sportartspezifisch optimiert werden;
- graduelle Abstufbarkeit der Schwierigkeitsstufen sorgt für einen adäquaten Einsatz in jedem Leistungsniveau/ jeder Altersstufe;
- Erhöhung der Gelenkstabilität;
- erfolgreicher Einsatz auch beim Training der Atemmuskulatur.

Brown, et al. (2007) haben bei College-Tänzerinnen die Muskelkraft der unteren Extremitäten (Beinpresse, Beinbeugen, Beinstrecken), die Leistung (Wingate-Test), die Sprunghöhe beim Jump-and-Reach-Test und das ästhetische Sprungvermögen erfasst. Der letztgenannte Parameter wurde im Rahmen der betreffenden Studie durch drei Experten der Tanzfakultät am Skidmore-College bewertet. In diese Beurteilung wurden folgende Parameter einbezogen:

- Ballon - die schwebende Sprungfähigkeit des Tänzers (Kogler, 1999),
- die Sprunghöhe,
- die Fähigkeit, im Flug die Füße zu strecken und
- das Sprungvermögen insgesamt.

Die vergleichende Studie von Brown, et al. (2007) ergab, dass bei der Verbesserung tanzspezifischer Variablen Plyometrisches Training ebenso zweckmäßig ist wie ein herkömmliches Maximalkrafttraining und dass insbesondere Tänzer von dieser ergänzenden Methode profitieren (siehe auch Kap. 11.2).

Da im Tanz Sprünge und Gleichgewichtsanforderungen häufig in engem zeitlichen Zusammenhang stehen, wurden hier zwei Trainingsmethoden miteinander kombiniert. Myer, Ford, McLean, & Hewett (2006) betonen, dass u.a. bei ein- und beidbeinigen Landungen nach Sprüngen insbesondere für die Stabilität im Kniegelenk verschiedene muskuläre Kontrollmechanismen bedeutsam sind und deshalb ein kombiniertes Trainingsprotokoll sinnvoll ist. Mögliche Instabilitäten in den unteren Extremitäten wie die X-Bein-Position bei der Landung, die verstärkt bei weiblichen Sportlern auftritt und ein höheres Verletzungsrisiko u.a. bzgl. des vorderen Kreuzbandes darstellt, können durch ein kombiniertes Trainingsprotokoll effektiv ausgeglichen werden (Myer, et al., 2006). Das Training basierte auf einer Kombination aus Sensomotorischem Training (SMT) und Plyometrie. Beide Methoden wurden hinlänglich auf ihre Wirksamkeit erforscht (Röttger, et al., 2011, Radcliffe & Farentinos, 1999, Markovic, 2007) wobei ihre Effekte im Tanz noch wenig oder gar nicht thematisiert wurden (vgl. Brown, et al., 2007). Auch die Kombination beider Trainingsmethoden wurde in der Form noch nicht angewandt.

SMT, auch Balance-Training oder propriozeptives Training (Taube, Gruber, & Gollhofer, 2008), wird neben der Verletzungsprophylaxe und Rehabilitation durch

Wiederherstellung neuromuskulärer Funktionen (Bahr, Lian, & Bahr, 1997, Verhagen, Van der Beek, Bouter, Bahr, & Van Mechelen, 2004) auch in der Leistungssteigerung im Leistungs- und Breitensport angewandt (Bruhns, Kullmann, & Gollhofer, 2006, Gruber & Gollhofer, 2004, Gruber et al., 2007). Durch das SMT soll u.a. die Gleichgewichtsfähigkeit gesteigert werden (Röttger, et al., 2011, Taube et al., 2007). In der vorliegenden Studie wurde mit instabilen Unterlagen und tanzspezifischen Gleichgewichtsaufgaben vorrangig einbeinig, bei Landungen und Sprungkombinationen auch beidbeinig gearbeitet.

Die vorliegende zweite Untersuchung soll zeigen, inwiefern sich die Leistungsfaktoren reaktives Gleichgewicht und Sprungkraft durch ein kombiniertes Sensomotorisches und Plyometrisches Trainings über einen begrenzten Zeitraum verbessern lassen. Ob damit auch die Gesamtleistung im Tanz beeinflusst wird, kann auf diesem Weg jedoch nicht abschließend geklärt werden.

Hypothesen Studie II:

H2: Die Integration des hier vorgeschlagenen, tanzspezifischen Trainingsprogramms in das reguläre Training im JMD führt zu Verbesserungen der reaktiven Gleichgewichtsfähigkeit und der Sprungkraftleistung

H2.1: Die reaktive Gleichgewichtsfähigkeit bei 20-30jährigen Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance wird durch ein ergänzendes kombiniertes SMT- und Plyometrie-Training über 8 Wochen verbessert.

H2.2: Die Sprungkraftleistung bei 20-30jährigen Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance wird durch ein ergänzendes kombiniertes SMT- und Plyometrie-Training über 8 Wochen verbessert.

H2.3: Die Maximalkraftleistung in den unteren Extremitäten bei 20-30jährigen Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance wird durch ein ergänzendes kombiniertes SMT- und Plyometrie-Training über 8 Wochen verbessert.

9 Methodik Studie II Untersuchung von Trainingseffekten auf relevante Leistungsfaktoren einer BL-Formation

9.1 Studiendesign und Probanden

Es wurde eine Trainingsstudie zur Entwicklung der reaktiven Gleichgewichtsfähigkeit und Sprungkraft über einen Zeitraum von acht Wochen durchgeführt. Die Trainingsstudie war im Pretest-Posttest-Design konzipiert. Das Training basierte auf einer Kombination aus Sensomotorischem Training (SMT) und Plyometrischem Training und wurde in zwei Trainingseinheiten pro Woche absolviert. Es konnten für die zweite Studie weitere Tänzerinnen der Formation der 2. BL gewonnen werden, die z.T. nicht an der Querschnittsstudie hatten teilnehmen können. An der Studie nahmen insgesamt 18 weibliche Probanden teil. Diese wurden gleichmäßig in eine Interventionsgruppe (IG, N=9) und eine KG (N=9) aufgeteilt. Die Zuteilung zur IG erfolgte hier insbesondere danach, ob eine Probandin die vollen acht Wochen am Training würde teilnehmen können. Beide Gruppen trainierten wie gewohnt weiter und absolvierten die gleichen Trainingsumfänge. Die KG führte anstelle der Trainingsintervention ein Choreographie-Training durch. Die Probanden wurden vor- (Pretest) und nach (Posttest) der Trainingsintervention untersucht. Die Untersuchungen prüften die Trainingswirkung bzw. die Leistungsentwicklung bei den Probandinnen. Abb. 9.1 zeigt das Studiendesign im Überblick.

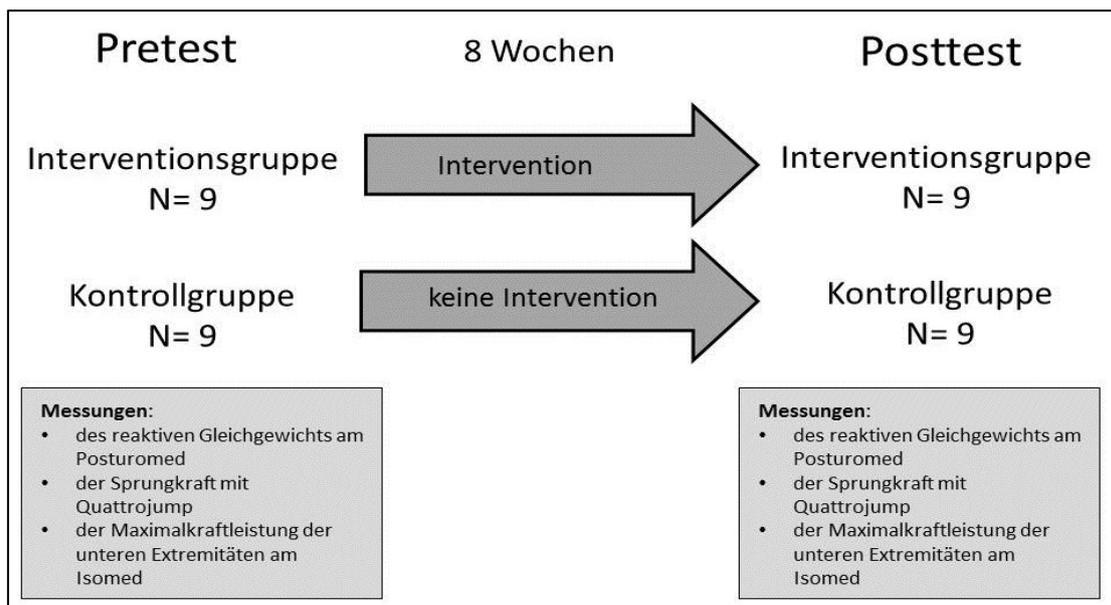


Abb. 9.1: Überblick über den Ablauf der Studie II (eigene Darstellung)

Als Ausschlusskriterium für die Teilnahme an der Trainingsstudie galten akute Verletzungen der unteren Extremitäten, akute oder chronische Infektionen sowie die zeitgleiche Teilnahme an einer anderen Trainingsstudie. Alle Probandinnen wurden mündlich sowie schriftlich über die Inhalte und Ziele der Studie, über den Ablauf der einzelnen Messungen sowie über mögliche Risikofaktoren aufgeklärt (siehe Anhang III) und unterschrieben anschließend eine Einverständniserklärung (siehe Anhang III). Die Teilnahme erfolgte freiwillig und konnte jederzeit ohne Angabe von Gründen abgebrochen werden. Die Durchführung der Messungen erfolgte in Übereinstimmung mit der letzten Deklaration von Helsinki.

In Tab. 9.1 sind alle wesentlichen Probandendaten der Studie dargestellt. In Bezug auf die anthropometrischen Daten gab es zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede (Anhang II, Tab. 18.4).

Tab. 9.1: Probandendaten Studie II - Interventionsgruppe (pre, post) und Kontrollgruppe (pre, post); Mittelwert \pm Standardabweichung; Abk. KH: Körperhöhe

Interventionsgruppe	N	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	KH (cm)	BMI
pretest	9	24 \pm 3	58 \pm 4	169 \pm 5	20 \pm 1
posttest	9		58 \pm 4		20 \pm 1
Kontrollgruppe	N	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	KH (cm)	BMI
pretest	9	24 \pm 3	58 \pm 7	167 \pm 3	21 \pm 2
posttest	9		60 \pm 7		22 \pm 2

9.2 Durchführung der Untersuchung

Die Messungen des reaktiven Gleichgewichts, der Sprungkraft im langen und kurzen DVZ sowie der isometrischen und isokinetischen Maximalkraft der Kniestrecker und Fußstrecker sowie die Datenaufbereitung erfolgte nach dem in Kap. 5.2 beschriebenen Protokoll (Studie I). Die Pretests zur Studie II fanden im Oktober 2011 statt. Im Anschluss erfolgte die spezielle Trainingsintervention über einen Zeitraum von acht Wochen (Tab. 9.3). Direkt im Anschluss (Dezember 2012) wurden die Posttests durchgeführt. Die Pretests und Posttests wurden unter den gleichen Bedingungen und mit denselben Methoden und individuellen Einstellungen durchgeführt.

Die entsprechenden Parameter sind in Tab. 9.2 beschrieben:

Tab. 9.2: Beschreibung der zu untersuchenden Leistungsfaktoren und entsprechenden Parameter für die Studie II

Leistungsfaktor	Parameter
dynamisches Gleichgewicht - reaktiv	Gesamtschwankungsweg der Messplattform Schwankungsweg der Messplattform nach anterior-posterior und nach medio-lateral
Sprungkraft gesamte Streckerkette	Sprunghöhe beim CMJ
Reaktivkraft der Fußextensoren	Sprunghöhe und Bodenkontaktzeit beim DJ Performance-Index nach (Bruhn, et al., 2004)
maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft der Knieextensoren	maximales Drehmoment
maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft der Fußextensoren	maximales Drehmoment

Training

Beide Gruppen trainierten regulär zweimal pro Woche über zwei Monate. Diese 16 Einheiten zu je 30-40 min erfolgten im Rahmen der regulären Trainingszeit von jeweils 120 min direkt im Anschluss an die tanzspezifische Erwärmung.

Aufgrund der Vielseitigkeit des tänzerischen Trainings (Tab. 1.3, Kap. 1) und dem Anspruch, das reguläre Training zu ergänzen, jedoch nicht zu beeinträchtigen, musste dieses Zeitfenster ausreichen, um die Übungen durchzuführen.

Da das Training mit tänzerischem Kontext konzipiert war, wurde neben der reinen Sprungkraft auch die tänzerische Sprungtechnik beansprucht. Deshalb wurden das Plyometrische Training in Kombination mit SMT gezielt im ersten Abschnitt jeder Trainingseinheit durchgeführt, damit die Tänzerinnen konzentriert genug waren, um den kombinierten Aufgaben aus Technik und Kondition gewachsen zu sein (Killing, 2008). Dabei wurde gezielt an bekannte Übungen aus dem tänzerischen Training angeknüpft bzw. diese entsprechend modifiziert, um zeitbeanspruchende Beeinträchtigungen beim Neulernen unbekannter Übungen weitestgehend auszuschließen und den Belastungsreiz zu voller Wirkungen kommen zu lassen (Killing, 2008). Das Training erfolgte zum Teil im Frontalunterricht und zum anderen im Fließbandbetrieb. Abb. 18.1 bis Abb. 18.7 (Anhang III) zeigen beispielhaft einige Übungen aus der Trainingsintervention.

Währenddessen übten die Kontroll-Probandinnen aktuelle Tänze und Choreographien. Das gesamte Training wurde in einem Trainingsraum des SV Schott Jena durchgeführt.

Es wurde eine Anwesenheitsliste für beide Gruppen angelegt und alle Probandinnen der IG nahmen regelmäßig am Training teil.

Es wurden folgende Kleingeräte für das Training verwendet:

- Balance-Pads der Firma Airex,
- Airex-Wippen und
- Weichbodenmatten.

Für das Plyometrische Training wurden Kästen, Hocker, Bänke und ebenfalls Turnmatten verwendet.

Tab. 9.3 gibt einen Überblick über das komplette Trainingsprogramm.

Tab. 9.3: Trainingsprotokoll der Intervention über 8 Wochen mit Trainingsinhalten, Wiederholungszahlen und spezifischen Hinweisen

Woche	einbeinige Pliés parallel und auswärts auf instabiler Unterlage und mit tanzspezifischen Beinhaltung	beidbeinige CMJ auf stabilem und instabilem Untergrund (am Ort)	kleine schnelle Ballensprünge (am Ort)	einbeinige Wechselsprünge auf instabile Unterlagen (Parcours)	einbeinige Sprünge abwechselnd auf stabilen und instabilen Untergrund (Parcours)	abwechselnd beidbeinige Nieder- (DJ) und Hochsprünge, abschließend Gleichgewichtsaufgabe (Parcours)	Treppentraining: treppab Niedersprünge (Ballensprünge) und treppauf schnelles Überspringen von 2 Stufen (einbeinig)	Kastenübersteiger (1), Kastenwechselsprünge (2) und Kastenaufsteiger mit Knielift (3)	tänzerische Sprünge und Gleichgewichtsaufgaben am Ort und im Raum
<i>Anm.: den Abschluss jedes Parcours bildeten 2 tänzerische Sprünge am Ort (maximale Höhe bei optimaler technischer Ausführung) und eine anschließende Gleichgewichtsaufgabe</i>									
1	4x8 * (*parallel: 8x re/ 8x li; 1 Wdh. <u>auswärts</u> : 8x re/ 8x li; 1 Wdh.)	2x8 stabiler Untergrund 2x8 instabiler Untergrund parallel	32x8	4 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)	4 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)				
2	4x8 *	2x8 stabiler Untergrund 2x8 instabiler Untergrund parallel	32x8	4 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)	4 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)				
3	4x8 *	2x8 stabiler Untergrund 2x8 instabiler Untergrund auswärts	32x8 auswärts	4 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)	4 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)				
4	4x8 *	2x8 stabiler Untergrund 2x8 instabiler Untergrund auswärts	32x8 auswärts	4 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)	4 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)				

5						2 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)	2x 2 Treppen (* 8-10 Stufen)	(1): 2x8 (2): 2x8 (3): 1x8 re, 1x8 li	2x8 Sprünge am Ort (*verschiede- ne tanzspezi- fische Bein- und Armbe- wegungen) Kombination tanzspezi- fischer Sprünge durch den Raum (2 Wdh.)
6						2 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)	2x 2 Treppen*	(1): 2x8 (2): 2x8 (3): 1x8 re, 1x8 li	2x8 Sprünge am Ort* Sprungkombi im Raum (2 Wdh.)
7	2x8 beidbeinig parallel mit Zusatz- gewicht (Partner auf dem Rücken)					4 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)	4x 2 Treppen*	(1): 4x8 (2): 4x8 (3): 2x8 re, 2x8 li	4x8 Sprünge am Ort* Sprungkombi* im Raum (2 Wdh.)
8	2x8 beidbeinig parallel mit Zusatz- gewicht (Partner auf dem Rücken)					4 Durchgänge (je ca. 6 Sprünge)	4x 2 Treppen*	(1): 4x8 (2): 4x8 (3): 2x8 re, 2x8 li	4x8 Sprünge am Ort* Sprungkombi* im Raum (2 Wdh.)

9.3 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit IBM SPSS Statistics 19. Es wurden die Kenngrößen Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Zur Prüfung auf Normalverteilung wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test herangezogen. Alle zu untersuchenden Werte waren normalverteilt (Anhang II, Tab. 18.6, Tab. 18.7).

Die Prüfung auf Mittelwertunterschiede zwischen dem Pretest und dem Posttest erfolgte mithilfe einer Varianzanalyse mit Messwiederholung. Um signifikante Ergebnisse zu überprüfen, wurde im Anschluss ein t-Test bei verbundenen Stichproben durchgeführt (Bühl, 2008).

Um auszuschließen, dass bereits vor der Untersuchung Mittelwertunterschiede zwischen der IG und der KG bestanden, wurden die Gruppen im Pretest einem t-Test bei unabhängigen Stichproben unterzogen. Hierbei wurden anthropometrische Daten und die einzelnen zu untersuchenden Parameter bei den Gruppen verglichen. Die Gruppen unterschieden sich im Pretest bei keinem der zu messenden Parameter signifikant (Anhang II, Tab. 18.4, Tab. 18.5)

Die Irrtumswahrscheinlichkeit (Signifikanzniveau) wurde auf $p \leq 0,05$ festgelegt und in der Ergebnisdarstellung in Anlehnung an Bühl (2008) gekennzeichnet (vgl. Tab. 5.4).

Im Anhang II (Kap. 18) sind alle wesentlichen Tabellen zur Statistik enthalten.

10 Ergebnisse Studie II

Die Interventions- und die Kontrollgruppe wurden im Vorfeld mithilfe des t-Tests für unabhängige Stichproben in Bezug auf anthropometrische Daten (Tab. 9.1, Kap. 9.1) und auf die einzelnen zu untersuchenden Parameter (Anhang II, Tab. 18.4) auf eventuelle Mittelwertunterschiede untersucht. Die statistische Prüfung hat hier im Pretest keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ergeben.

Aufgrund fehlender Werte durch Ausfall der Messtechnik konnten für den Parameter „reaktives Gleichgewicht“ in der IG nur sieben der neun Probandinnen in die Auswertung einbezogen werden.

10.1 Gleichgewichtsfähigkeit

Reaktives Gleichgewicht

Die Ergebnisse der Messungen des reaktiven Gleichgewichts werden im Folgenden dargestellt. Die IG zeigte hier im Pretest einen durchschnittlichen Gesamtschwankungsweg von 61,5 mm ($\pm 18,5$). Im Posttest lag dieser Wert bei 53,5 mm ($\pm 13,8$). Die KG zeigte im Posttest 58,9 mm ($\pm 13,8$) und im Pretest 57,6 mm ($\pm 15,1$), (Abb. 10.1, Tab. 10.1). Der Test auf Interaktionseffekte war für diesen Parameter nicht signifikant ($p=0,219$).

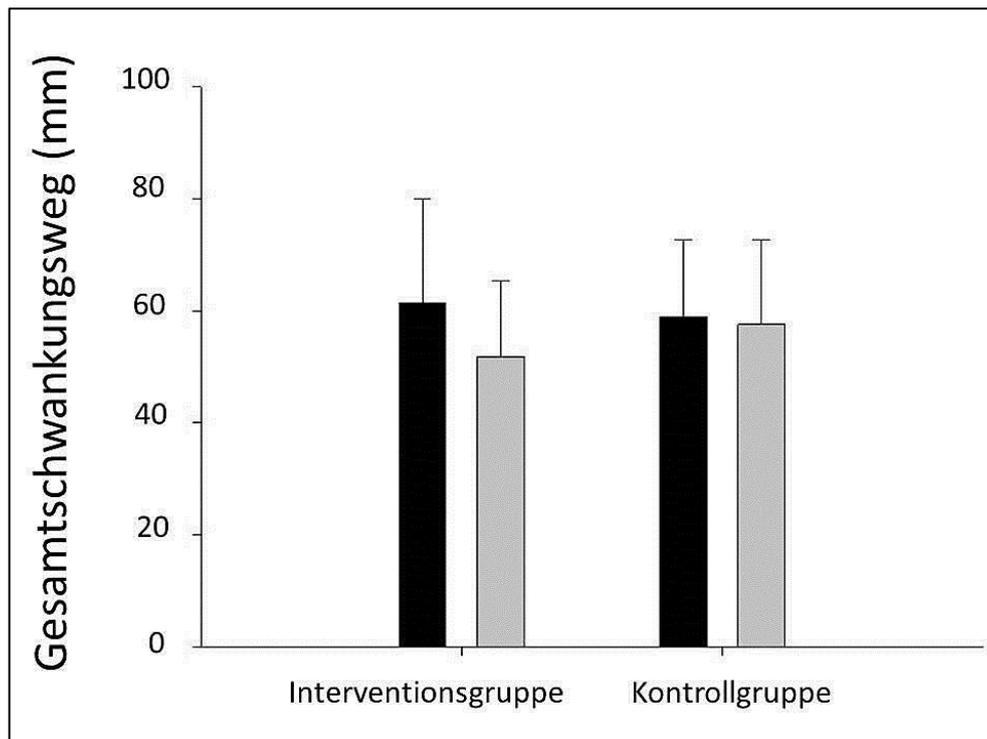


Abb. 10.1: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung des Gesamtschwankungsweges des reaktiven Gleichgewichts der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)

In medio-lateraler Richtung zeigte die IG im Pretest einen Schwankungsweg von 49,2 mm ($\pm 13,4$) und im Posttest 45,2 mm ($\pm 12,3$). Die KG zeigte im Pretest 50,3 mm ($\pm 12,0$) und im Posttest einen ähnlichen Wert mit 50,6 mm ($\pm 13,8$), (Abb. 10.2, Tab. 10.1). Der Interaktionseffekt bei diesem Parameter war ebenfalls nicht signifikant ($p=0,274$).

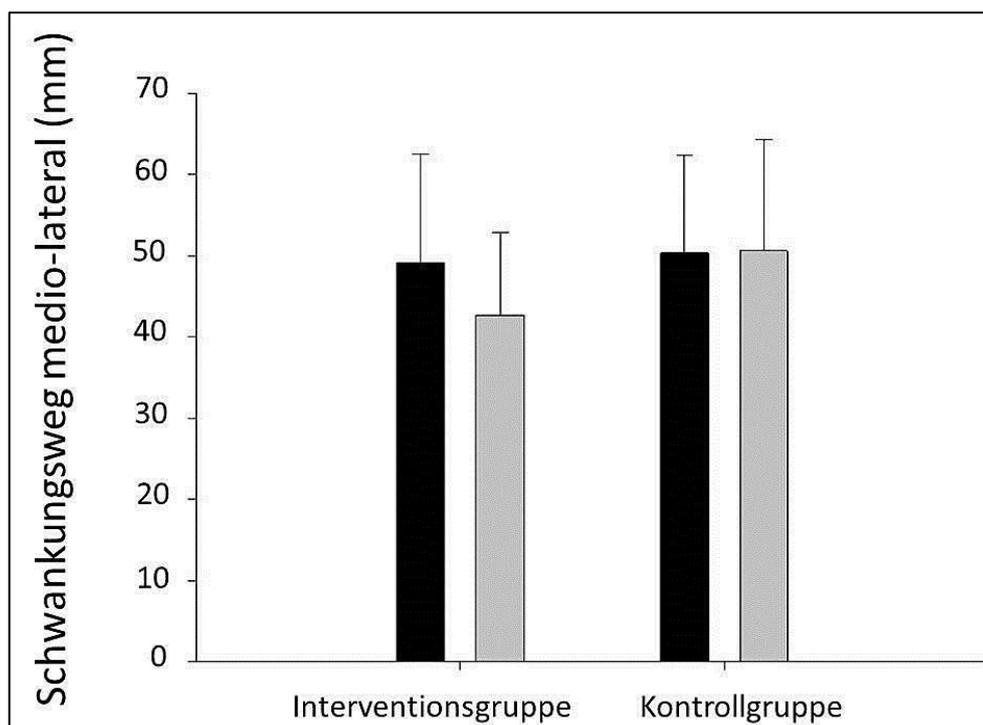


Abb. 10.2: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung des Schwankungsweges des reaktiven Gleichgewichts nach medio-lateral der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)

In anterior-posteriorer Richtung lag der durchschnittliche Schwankungsweg der IG im Pretest bei 26,4 mm ($\pm 11,4$) und im Posttest bei 19,6 mm ($\pm 7,57$). Für die KG ergab sich im Pretest ein durchschnittlicher Wert von 21,1 mm ($\pm 7,82$) und im Posttest 19,0 mm ($\pm 6,69$), (Tab. 10.1, Abb. 10.3). Es konnte auch für diesen Parameter kein signifikanter Interaktionseffekt festgestellt werden ($p=0,332$).

Tab. 10.1: Entwicklung des Schwankungsweges des reaktiven Gleichgewichts zwischen Pre- und Posttest für die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe

Gruppe	Parameter		N	Mittelwert (mm)	Standardabweichung
Interventionsgruppe	Reaktives Gleichgewicht ges.	pre	7	61,5	18,5
		post	7	53,5	13,8
	medio-lateral	pre	7	49,2	13,4
		post	7	45,2	12,3
	anterior-posterior	pre	7	26,4	11,4
		post	7	19,6	7,57
Kontrollgruppe	Reaktives Gleichgewicht ges.	pre	9	58,9	13,8
		post	9	57,6	15,1
	medio-lateral	pre	9	50,3	12,0
		post	9	50,6	13,8
	anterior-posterior	pre	9	21,1	7,82
		post	9	19,0	6,69

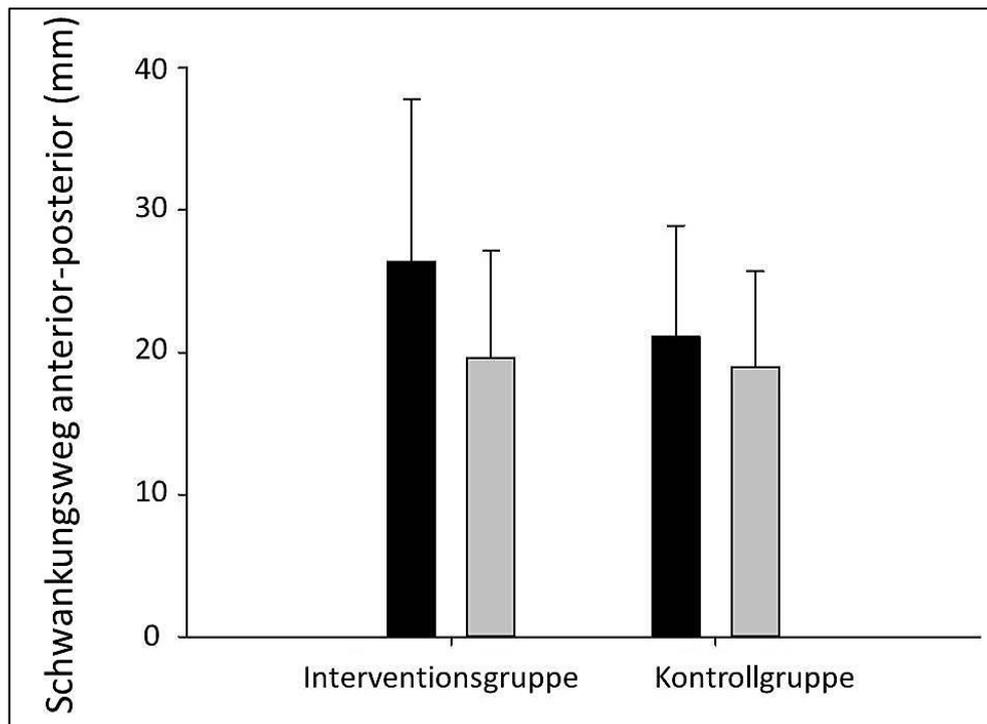


Abb. 10.3: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung des Schwankungsweges des reaktiven Gleichgewichts nach anterior-posterior der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)

10.2 Kraftfähigkeit

Die durchschnittliche Sprungkraft im langen DVZ (CMJ) hat sich vom ersten zum zweiten Messtermin weder bei der IG noch bei der KG signifikant erhöht (Abb. 10.4). Ebenso verhält es sich mit der Reaktivkraft der Fußextensoren im kurzen DVZ (DJ) - auch hier gab es in beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede zwischen Pre- und Posttest (Abb. 10.5). Auch die BKZ (Abb. 10.6) und entsprechend der Performance-Index haben sich nicht signifikant verändert. In Tab. 10.2 sind alle Ergebnisse aus den Sprungkraftmessungen im Pre- und Posttest beider Gruppen dargestellt. Für die Sprunghöhe im CMJ ergab sich ein Interaktionseffekt von $p=0,750$, im Drop Jump $p=0,131$ und bei der BKZ $p=0,200$.

Tab. 10.2: Entwicklung der Sprungkraftparameter zwischen Pre- und Posttest für die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe

Gruppe	Parameter		N	Mittelwert	Standardabweichung
Interventions- gruppe	CMJ Sprunghöhe (cm)	pre	9	28,0	4,32
		post	9	28,1	5,80
	Drop Jump Sprunghöhe (cm)	pre	9	18,5	6,86
		post	9	20,6	6,16
	Bodenkontaktzeit (s)	pre	9	0,17	0,02
		post	9	0,16	0,02
Performance-Index (mm/ms)	pre	9	0,80	0,44	
	post	9	0,99	0,44	
Gruppe	Parameter		N	Mittelwert	Standardabweichung
Kontroll- gruppe	CMJ Sprunghöhe (cm)	pre	9	29,5	4,17
		post	9	29,4	4,91
	Drop Jump Sprunghöhe (cm)	pre	9	22,2	6,22
		post	9	20,4	5,69
	Bodenkontaktzeit (s)	pre	9	0,18	0,02
		post	9	0,18	0,02
Performance-Index (mm/ms)	pre	9	0,97	0,45	
	post	9	0,89	0,38	

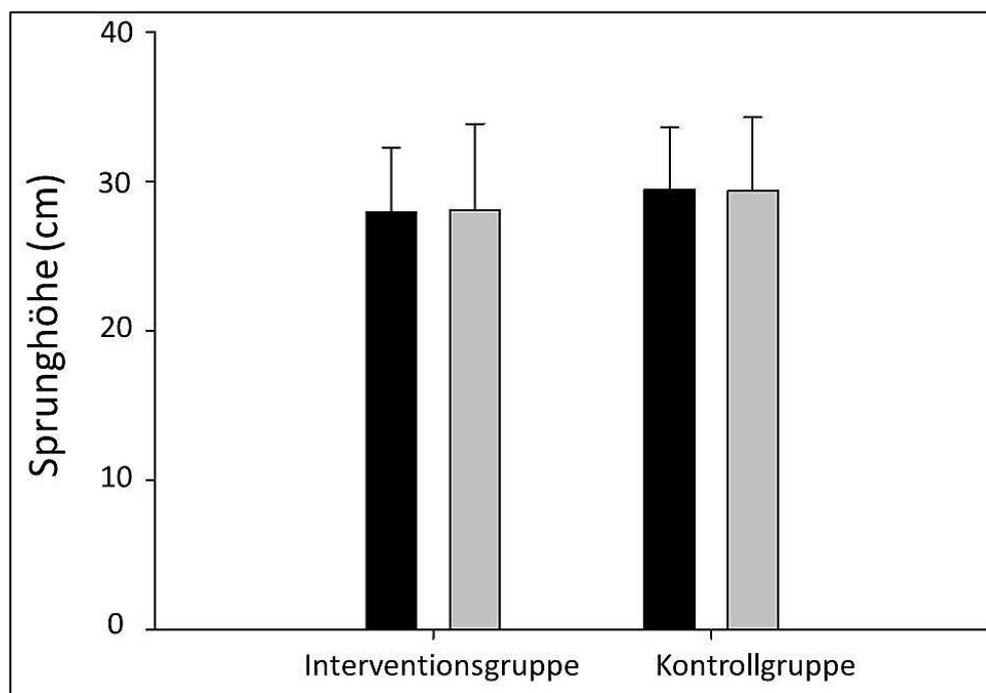


Abb. 10.4: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der Sprunghöhe im Counter Movement Jump der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)

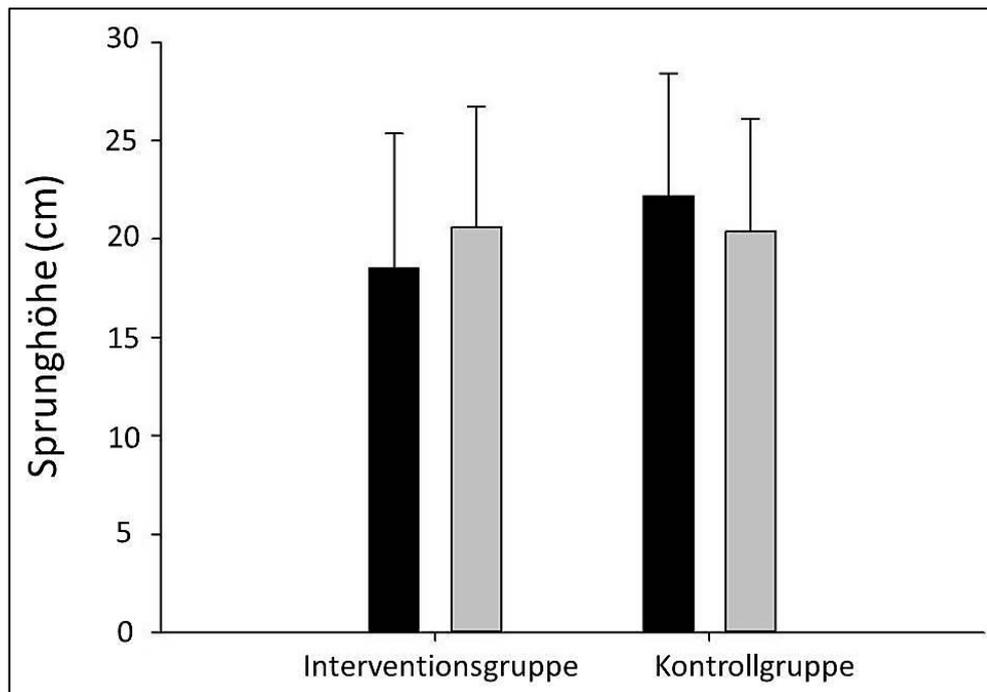


Abb. 10.5: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der Sprunghöhe im Drop Jump der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)

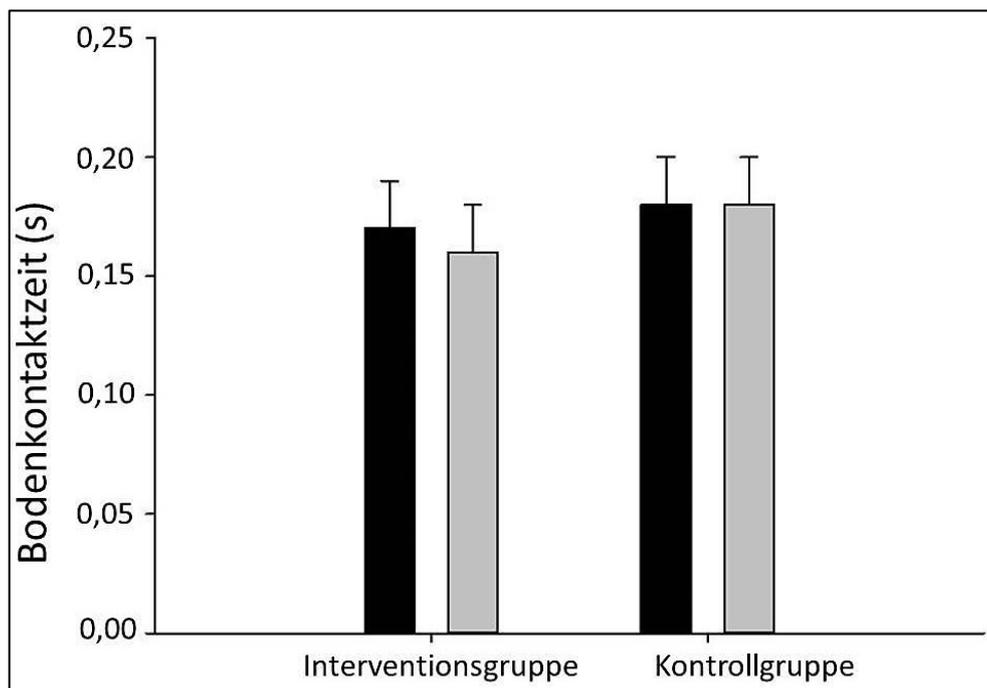


Abb. 10.6: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der Bodenkontaktzeit beim Drop Jump aus 30 cm Höhe der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)

Krauffähigkeit - maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft

Es werden die Werte in Relation zum Körpergewicht betrachtet.

In der isometrischen Maximalkraftmessung der Knieextension im 90°-Winkel zeigte weder die IG noch die KG eine signifikante Steigerung vom Pre- zum Posttest (Tab. 10.3, Abb. 10.7). Der Interaktionseffekt ergab hier einen Wert von $p=0,242$. Auch in der Messung der isokinetischen Maximalkraft von 90°-170° gab es keine signifikante Steigerung vom Pre- zum Posttest in den Gruppen ($p=0,737$), (Tab. 10.3, Abb. 10.8).

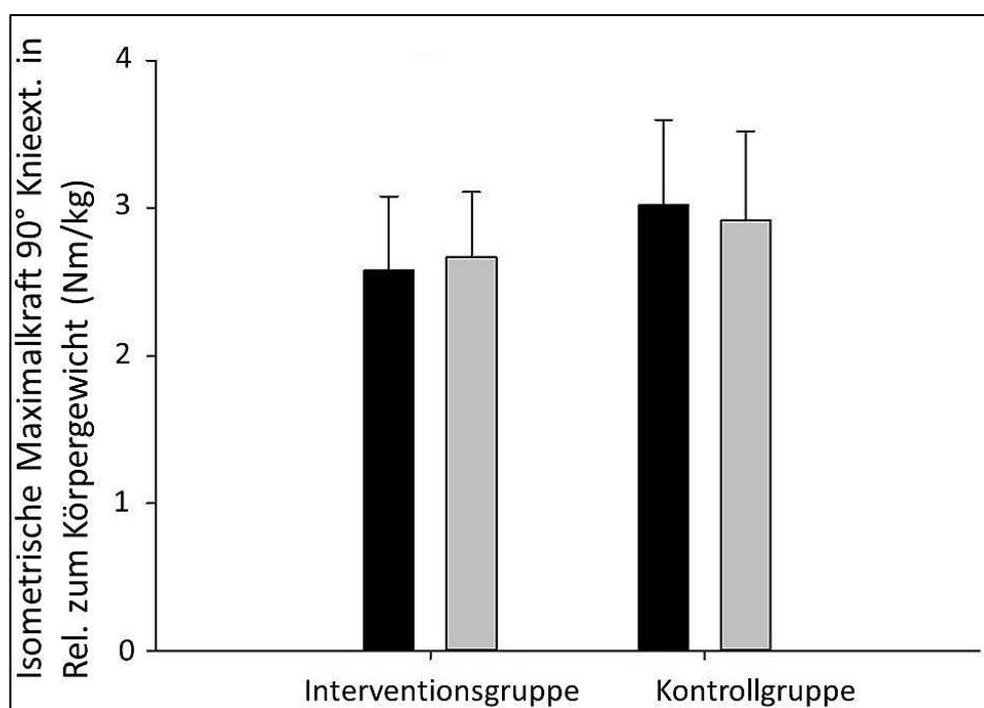


Abb. 10.7: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isometrischen Maximalkraft der Knieextensoren (90°) der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)

Tab. 10.3: Entwicklung der Maximalkraft der Knieextensoren und -flexoren zwischen Pre- und Posttest in Relation zum Körpergewicht für die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe

Gruppe	Parameter	N	Mittelwert	Standardabweichung	
Interventionsgruppe	Maximalkraft isometr. Knieext. 90° (Nm/ kg)	pre	9	2,58	0,50
		post	9	2,67	0,44
	Maximalkraft isokinet. Knieext. 90°-170° (Nm/ kg)	pre	9	2,78	0,21
		post	9	2,70	0,21
Kontrollgruppe	Maximalkraft isometr Knieext. 90° (Nm/ kg)	pre	9	3,02	0,58
		post	9	2,92	0,60
	Maximalkraft isokinet. Knieext. 90°-170° (Nm/ kg)	pre	9	2,77	0,40
		post	9	2,65	0,46

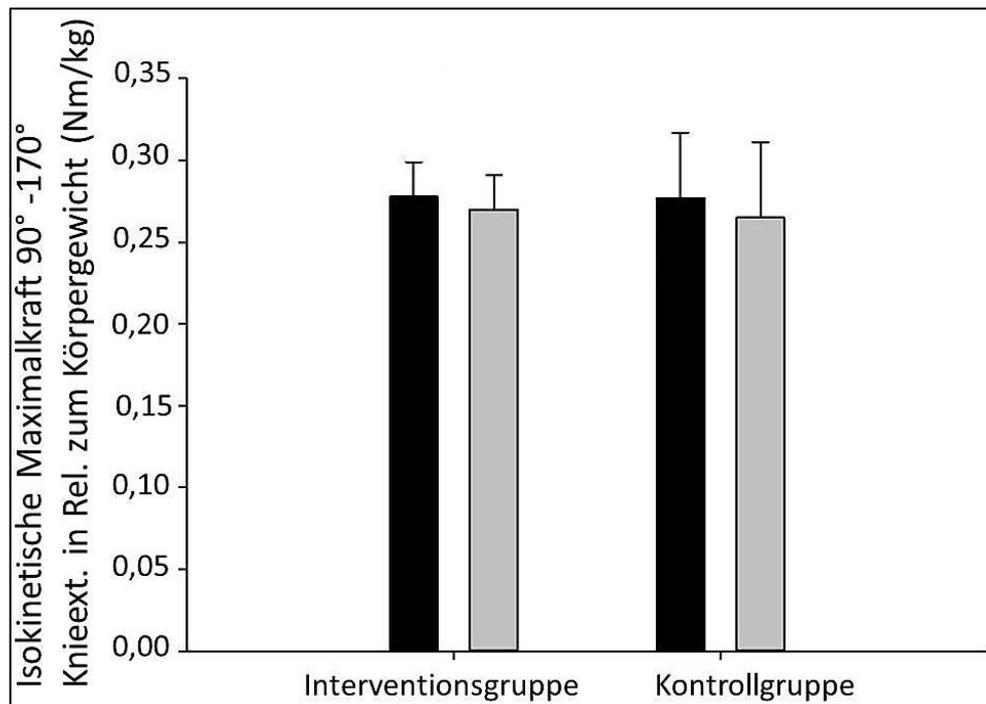


Abb. 10.8: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isokinetischen Maximalkraft der Knieextensoren (90°-170°) der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)

Bei der isometrischen Maximalkraftmessung der Plantarflexion im 90°-Winkel zeigte sich eine Steigerung bei der IG vom Pretest zum Posttest (Tab. 10.4). Hier stiegen die Durchschnittswerte bei der IG um 16,14% von 2,85 Nm/kg ($\pm 0,54$) im Pretest auf 3,31 Nm/kg ($\pm 0,53$) im Posttest (Abb. 10.9, Tab. 10.4). Die KG zeigte im Pretest einen Durchschnittswert von 2,77 Nm/kg ($\pm 0,50$) und im Posttest 2,89 Nm/kg ($\pm 0,38$). Der Interaktionseffekt betrug $p=0,022$. Der nachfolgende t-Test bei verbundenen Stichproben ergab eine höchst signifikante Steigerung der Werte ($p=0,001$) vom Pretest zum Posttest seitens der IG, während sich die Werte der KG vom Pretest zum Posttest nicht signifikant verändert haben ($p=0,310$).

In der isokinetischen Maximalkraftmessung der Plantarflexoren im Bewegungsbereich von 90°-170° zeigten beide Gruppen eine Steigerung vom Pretest zum Posttest (Tab. 10.4, Abb. 10.10). Die Werte stiegen hier bei der IG von 2,18 Nm/kg ($\pm 0,37$) auf 2,44 Nm/kg ($\pm 0,41$) und bei der KG von 2,02 Nm/kg ($\pm 0,35$) im Pretest auf 2,25 Nm/kg ($\pm 0,31$) im Posttest. Aufgrund dieser Entwicklung bei beiden Gruppen war der Interaktionseffekt hier nicht signifikant ($p=0,726$).

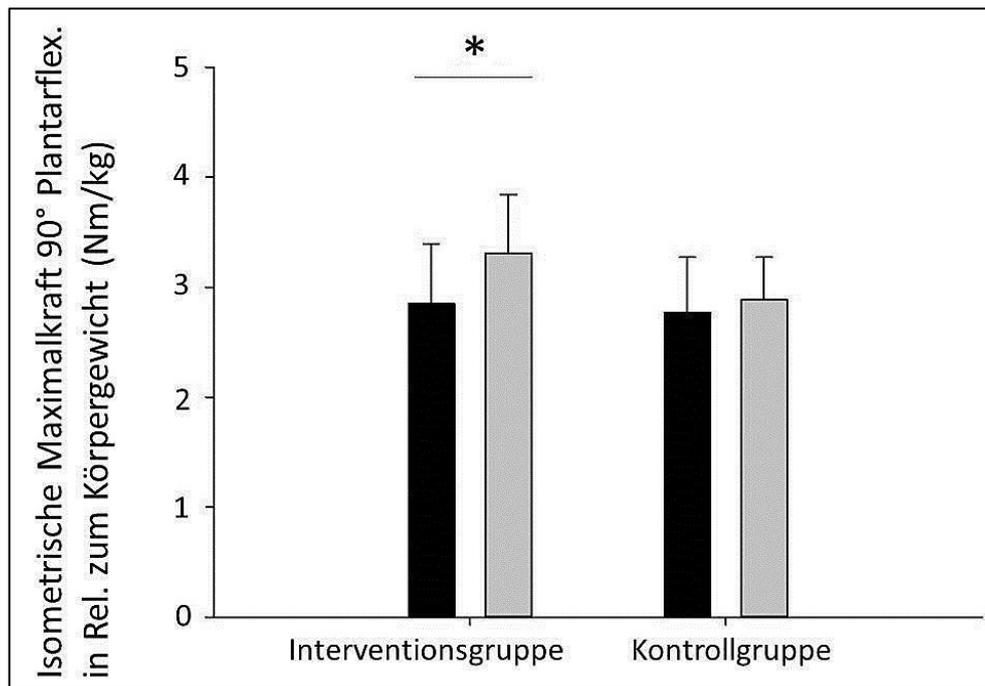


Abb. 10.9: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isometrischen Maximalkraft der Plantarflexoren (90°) der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken), Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)

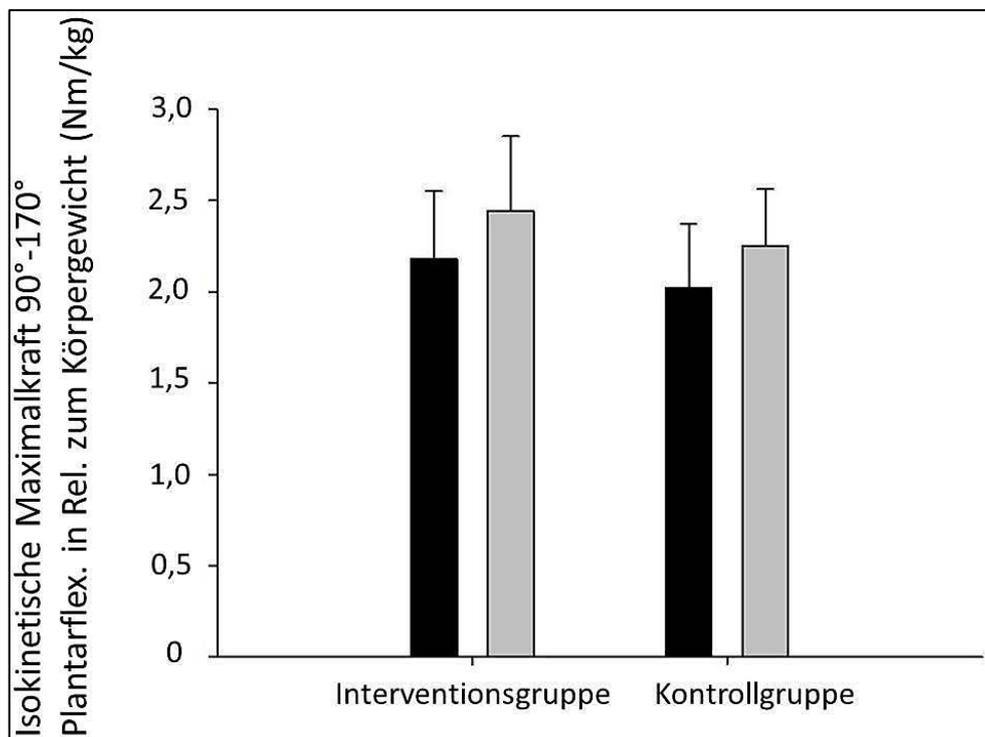


Abb. 10.10: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isokinetischen Maximalkraft der Plantarflexoren (90°-170°) der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)

Tab. 10.4: *Entwicklung der Maximalkraft der Fußextensoren und -flexoren zwischen Pre- und Posttest in Relation zum Körpergewicht für die Kontrollgruppe und die Interventionsgruppe*

Gruppe	Parameter		N	Mittelwert	Standard- abweichung
Interventions- gruppe	Maximalkraft isometr. Plantarflex. 90° (Nm/ kg)	pre	9	2,85	0,54
		post	9	3,31	0,53
	Maximalkraft isokinet. Plantarflex. 90°-170° (Nm/ kg)	pre	9	2,18	0,37
		post	9	2,44	0,41
Gruppe	Parameter		N	Mittelwert	Standard- abweichung
Kontroll- gruppe	Maximalkraft isometr. Plantarflex. 90° (Nm/ kg)	pre	9	2,77	0,50
		post	9	2,89	0,38
	Maximalkraft isokinet. Plantarflex. 90°-170° (Nm/ kg)	pre	9	2,02	0,35
		post	9	2,25	0,31

11 Diskussion Studie II

Entgegen den Erwartungen konnten keine positiven Effekte seitens der IG beim reaktiven Gleichgewicht und bei der Sprungkraft aufgezeigt werden. Zum Teil kam es zu Leistungssteigerungen, jedoch waren die Interaktionseffekte nicht signifikant. Ausschließlich bei den isometrischen Maximalkraftleistungen der Plantarflexoren im 90°-Winkel konnte ein signifikanter Interaktionseffekt nachgewiesen werden. Die IG zeigte hier signifikant höhere Werte nach dem Training. Im Bewegungsbereich von 90°-170° war dieser Effekt wiederum nicht zu verzeichnen.

11.1 Reaktive Gleichgewichtsfähigkeit

Die IG zeigte für den Parameter reaktives Gleichgewicht im Posttest keine signifikante Minderung des Gesamtschwankungswegs bzw. keinen signifikanten Interaktionseffekt. Die Hypothese H2.2 kann entsprechend nicht bestätigt werden. Die reaktive Gleichgewichtsfähigkeit bei 20-30jährigen Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance wurde durch das ergänzende kombinierte SMT- und Plyometrie-Training über 8 Wochen nicht verbessert. Diese Ergebnisse sind überraschend, insbesondere im Vergleich mit denen ähnlicher Studien in anderen Sportarten sowie in der Rehabilitation, welche positive Effekte von SMT auf das reaktive Gleichgewicht (Granacher, et al., 2009a, Granacher, Gruber, Strass, & Gollhofer, 2007) und auf die Stabilität in den unteren Extremitäten (McGuine & Keene, 2006, Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme, & Bahr, 2005), insbesondere der sprunggelenksumgreifenden Muskulatur verzeichnen. Röttger, et al. (2011) betonen, dass ein SMT dazu führt, dass auf einsetzende Kräfte an der unteren Extremität besser reagiert werden kann. Diese schnelle Stabilisierungsfähigkeit sei ein positiver Trainingseffekt des SMT. Die Autoren vermuten, dass die „verbesserte neuronale Ansteuerung der sprunggelenksumgreifenden Muskulatur“ (S. 67), sprich M. tibialis, M. soleus und M. peroneus und somit im weiteren Sinne die Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit entscheidend durch „supraspinale Anpassungsreaktionen“ (S. 67) bedingt werden. In der vorliegenden Studie konnte diesbezüglich kein

positiver Effekt nachgewiesen werden. Dass ein stabiles Sprunggelenk für Tänzer jedoch von besonderer Bedeutung ist, wird u.a. bei der näheren Betrachtung des Tänzerfußes und seiner Belastungen im Tanz deutlich. Tänzer benötigen im Fuß eine große Beweglichkeit (vgl. Tab. 11.1). Diese erfordert jedoch eine entsprechende muskuläre Stabilisierung im Fuß, um Dysbalancen und Verletzungen zu vermeiden und den Fuß trotz hoher Flexibilität bei allen tänzerischen Anforderungen stabil zu halten.

Tab. 11.1: Beweglichkeitsanforderungen an den Tänzerfuß (Simmel, 2009)

Oberes Sprunggelenk	aktiv 70° in PF (Plantarflexion) aktiv 25° in DE (Dorsalextension)
Chopart- und Lisfranc-Gelenk (Abb. 11.1)	15°-20° in PF 5° in Pronation
Großzehengrundgelenk	passiv 80° in DF

Folgende Muskelgruppen sind entsprechend stark belastet: *M. triceps surae* durch das Tanzen auf halber Spitze (Abb. 11.2) und Absprung- und Landephase bei Sprüngen; *M. flexor hallucis longus* durch häufige Plantarflexion - dieser Muskel muss auf halber Spitze Maximalkraft leisten; *M. tibialis posterior* und *M. peroneus longus* bei Haltung des Fußes auf halber Spitze in Balance (Seidler, 2011, Calais-Germain, 2009).

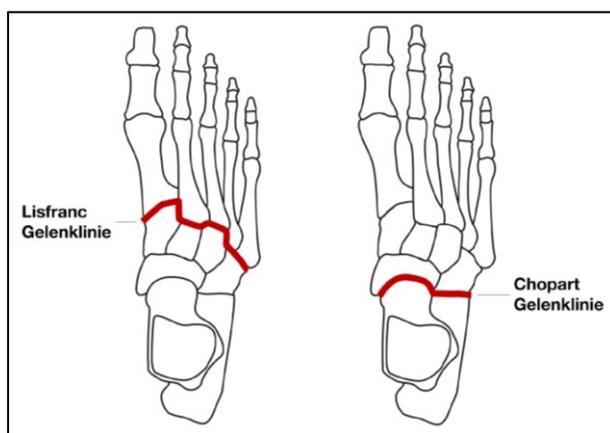


Abb. 11.1: Chopart- und Lisfranc-Gelenk (<http://www.halluxinfo.de/images/chopart-lisfranc-2-bilder.gif>; Zugriff am 09.09.13)

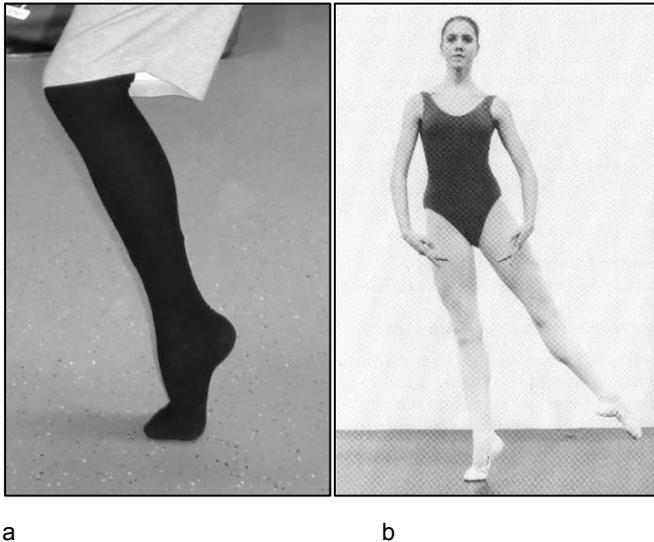


Abb. 11.2: Position auf „halber Spitze“ oder relevé (demi pointe) (a: Privataarchiv; b: Huwyler, 2005)

Ein stabiles Sprunggelenk wird unter anderem bei „ungewohnt schnellen Choreographien mit raschen Bewegungsrichtungen in großem Winkel“ (Seidler, 2011, S. 4) benötigt, um beispielsweise Supinationstraumen zu verhindern. Auch der Zustand der Bühne bzw. des Tanzbodens, wie z.B. zu glatter oder zu stumpfer Boden sowie das ungleichmäßige Trainieren von Standbein und Spielbein können die Stabilität im Sprunggelenk beeinflussen bzw. beeinträchtigen (Seidler, 2011). Aufgrund dessen wird hier trotz der nicht signifikanten Interaktionseffekte der vorliegenden Studie postuliert, dass ein Training des reaktiven Gleichgewichts u.a. zur Verbesserung der sprunggelenkstabilisierenden Muskulatur im Tanz Bestand haben sollte. Möglicherweise war die vorliegende Stichprobengröße mit jeweils neun Probandinnen zu klein, um mögliche Interaktionseffekte statistisch signifikant bestätigen zu können. Es besteht außerdem die Möglichkeit, dass die zufällige Zuteilung in die Interaktions- bzw. Kontrollgruppe dazu geführt hat, dass sich in der Kontrollgruppe mehr Probandinnen befanden, die auf das Training positiv reagieren, als in der Interventionsgruppe. Obgleich die beiden Gruppen sich im Pretest nicht signifikant unterscheiden, ist bei dieser kleinen Stichprobengröße ein solches Phänomen nicht auszuschließen.

11.2 Kraftfähigkeit - Counter Movement Jump und Drop Jump, maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft der unteren Extremitäten

Die Trainingsintervention hat in der vorliegenden Studie keine signifikanten Effekte in Bezug auf die diversen Sprungkraft-Parameter bei der IG erbracht. Obgleich die isometrischen Maximalkraftmessungen der Fußstreckmuskulatur im 90°-Winkel höchst signifikante Unterschiede zwischen dem Pre- und dem Posttest der IG gezeigt haben (siehe unten), gab es weder positive Effekte im CMJ noch im DJ und auch nicht in Bezug auf die BKZ oder den Performance-Index. Die Hypothese H2.2 kann hier nicht angenommen werden. Die Sprungkraftleistung der Tänzerinnen konnte mit dem hier vorgeschlagenen kombinierten SMT- und Plyometrie-Training über 8 Wochen nicht verbessert werden. Mögliche Ursachen werden im Folgenden diskutiert.

Counter Movement Jump, maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft der Knieextensoren

In der vorliegenden Studie sind keine signifikant positiven Effekte bzgl. der Sprungkraft im CMJ zwischen dem ersten und zweiten Messtermin bei der IG zu verzeichnen bzw. konnte kein signifikanter Interaktionseffekt festgestellt werden. Dies war insofern überraschend, als dass die im Pretest erfassten Sprunghöhenwerte durchaus Potential zur Steigerung aufwiesen. Wie bereits in Kap. 7.3 diskutiert wurde, gestaltet es sich aufgrund mangelnder Vergleichsliteratur als schwierig, den Ausprägungsgrad der hier im Pretest erfassten Sprunghöhenwerte der Tänzerinnen gegenüber anderen Sportarten vergleichend zu beurteilen und einzuordnen. Es wird jedoch angenommen, dass die im Pretest erfassten Ergebnisse der Tänzerinnen (vgl. Studie I) im Vergleich zu anderen Sportarten mit hohen Sprunganteilen eher als mittelmäßig einzustufen sind und entsprechend noch einiges Potential bestünde, diesen Parameter durch Training zu steigern. Aufgrund dessen wurde angenommen, dass ein ergänzendes Training auch entsprechende Effekte erzielen müsste (Brown, et al., 2007). Es bestehen zahlreiche Nachweise in der Literatur für positive Effekte von Plyometrischem Training auf die Sprunghöhe (Hewett, et al., 1996, Fatouros et al., 2000, Rahimi & Behpur, 2005, Lamont et al., 2011), wenn auch nur wenig mit TänzerInnen

(Brown, et al., 2007). Auch die Messungen der isometrischen und isokinetischen Maximalkraft der Knieextensoren haben keine signifikanten Effekte nach dem Training bei der IG ergeben. Die Sprungkraft wird jedoch u.a. durch die Maximalkraft der unteren Extremitäten beeinflusst (Killing, 2008, Scheid & Prohl, 2009, Wyon, et al., 2006), vgl. auch Kap. 2.1.2. Die Leistung im CMJ korreliert auch in der vorliegenden Studie sowohl im Pretest (Korrelation nach Pearson: 0,759, $p=0,018$; Tab. 18.12) als auch im Posttest (Korrelation nach Pearson: 0,745, $p=0,021$; Tab. 18.12) mit der isometrischen Maximalkraft der Knieextensoren. Auch in der Studie I konnte eine Korrelation zwischen diesen beiden Parametern aufgezeigt werden ($N=40$; Tab. 17.29). Es lässt sich für die Studie II feststellen, dass die Maximalkraft der Knieextensoren, die die Leistung im CMJ mit bedingt, durch das Training keine Steigerung erfahren hat und somit ist z.T. auch geklärt, weshalb die Leistung im CMJ sich ebenfalls nicht verbesserte. Mögliche Gründe, weshalb das Training keinen Effekt auf die isometrische bzw. isokinetische Maximalkraftleistung der Knieextensoren und somit auch nicht auf die Sprungleistung hatte, werden im Folgenden diskutiert.

Brown, et al. (2007) haben die Effekte eines Plyometrischen Trainings gegenüber einem traditionellen Maximalkrafttraining mit Gewichten bei College-Tänzerinnen erfasst. Nach sechs Wochen konnten signifikante Erhöhungen der Jump-and-Reach-Sprunghöhe von 30,5 cm ($\pm 3,05$) auf 33,0 cm ($\pm 2,54$) festgestellt werden. Dies entspricht einer Steigerung von 8,3 %. Signifikante Verbesserungen um 14 % wurden außerdem in Bezug auf die von Experten eingeschätzte individuelle Sprunghöhe festgestellt, wobei die Autoren hier einräumen, dass die Reliabilität für die entsprechende Methode noch ungeklärt ist. Obgleich die Sprunghöhe hier nicht wie in der vorliegenden Studie über eine Messung der Flugzeit, sondern mithilfe des Jump-and-Reach-Tests erfasst wurde, wurden doch eindeutig signifikant positive Ergebnisse in Bezug auf die gemessene Sprunghöhe nach dem sechswöchigen Training gegenüber dem Eingangstest nachgewiesen. Außerdem zeigte die untersuchte Gruppe bei Brown, et al. (2007) hoch signifikante Steigerungen bei den Maximalkraftmessungen der unteren Extremitäten. Bei der „Leg Press“ steigerte sich die Plyometrie-Gruppe um 37% vom Pretest zum Posttest. Bei den „Knee Curls“ und der „Knee Extension“ dagegen gab es keine signifikanten Verbesserungen.

Aufgrund der ähnlichen Rahmenbedingungen zwischen der Untersuchung von Brown, et al. (2007) und der vorliegenden Studie (Tab. 11.2) wird davon ausgegangen, dass die Ursachen für die fehlenden positiven Effekte in der Sprunghöhe der vorliegenden Studie möglicherweise auf die Trainingsintensitäten zurückgeführt werden müssen. Luebbers et al. (2003) betonen ebenfalls dass es sehr schwierig ist, die individuellen Intensitäten, mit denen die Probanden arbeiten, zu kontrollieren - die Wahrnehmung der maximalen Anstrengung sei sehr subjektiv (Luebbers, et al., 2003). Zwar wurden in der betreffenden wie auch in der vorliegenden Studie die einzelnen Wiederholungszahlen und Belastungsumfänge kontrolliert, jedoch kann die individuelle Anstrengung und die Intensität der Übungsausführung nur so gut es geht von außen motiviert werden - objektivierbar wird sie damit nicht. Es wird außerdem angenommen, dass eine Individualisierung des Trainings entsprechend der einzelnen Ausgangswerte der Probandinnen notwendig ist.

Tab. 11.2: Gegenüberstellung der Rahmenbedingungen der vorliegenden Untersuchung und der Trainingsstudie von Brown, et al. (2007); Alter, Gewicht und Körperhöhe (KH): Mittelwert \pm Standardabweichung

	„Untersuchung von Trainingseffekten auf relevante Leistungsfaktoren einer BL-Formation“	„Effects of plyometric training versus traditional weight training on strength, power, and aesthetic jumping ability in female collegiate dancers“ (Brown, et al., 2007)
	Interventionsgruppe	Plyometrie-Gruppe
Alter der Probandinnen	24 \pm 3	20 \pm 1
Gewicht der Probandinnen (Pretest)	58 \pm 4	59 \pm 4
KH der Probandinnen	169 \pm 5	166 \pm 2
Interventionsdauer	8 Wochen	6 Wochen
Trainingsumfang	30-40 Minuten	30-45 Minuten
Trainingshäufigkeit	2x/ Woche	2x/ Woche

Ein weiterer Aspekt bei der Beurteilung der vorliegenden Ergebnisse ist der Zeitpunkt des Posttests. In der vorliegenden Studie wurden die Posttestmessungen direkt im Anschluss an die Trainingsintervention durchgeführt, u.a. um eine Verfälschung positiver Effekte zu vermeiden. Die Trainingsstudie

endete Ende Dezember und mit einer Verzögerung der Posttests wären die Weihnachtsfeiertage mit eingeflossen - diese hätten die Ergebnisse des Trainings durchaus beeinflussen können. Luebbers, et al. (2003) haben in ihrer Untersuchung dagegen gezeigt, dass nach einem siebenwöchigen Plyometrie-Training signifikante Erhöhungen u.a. in der vertikalen Sprunghöhe und der Sprungkraft nur in Zusammenhang mit einer vierwöchigen Erholungsperiode nachweisbar waren. Wurden die Posttestmessungen unmittelbar nach Beendigung des Trainings gemessen, waren u.a. die Parameter vertikale Sprunghöhe und anaerobe Leistung unverändert und in einigen Fällen sogar verringert. Inwiefern eine wiederholte Posttestmessung nach vier Wochen andere Effekte in der vorliegenden Studie gezeigt hätte, kann hier jedoch nicht abschließend geklärt werden. Die Autoren geben keine ausführliche Erklärung ihrer Erkenntnisse, betonen aber die Wichtigkeit der Pause nach Plyometrischem Training für die Ergebnisse des Trainings (Luebbers, et al., 2003).

Weiterhin bleibt zu bedenken, dass ein Maximalkrafttraining mit Gewichten in Kombination mit Plyometrischem Training möglicherweise auch im Tanz die optimale Variante zur Steigerung der Sprungleistung darstellt. Wie bereits betont, sind in der Literatur für diese Kombination bereits positive Effekte nachgewiesen worden (Clutch, et al., 2013, Fatouros et al., 2000, Lyttle, et al., 1996). Des Weiteren sind Technik und Ausführung der Übungen und somit auch die Kontrolle der Trainingsintensität bei einem Training mit Gewichten durchaus besser steuerbar als dies bei den dynamischen Bewegungen im Plyometrischen Training der Fall ist, wie bereits oben betont (Luebbers et al. 2003). Außerdem sind dem Training mit diversen Sprungformen Grenzen gesetzt, der Proband springt irgendwann nicht mehr höher, bei einem Training mit Gewichten bleibt die Steigerungsmöglichkeit nach oben offen. Auch die Kontrolle, ob wirklich maximal gearbeitet wird, ist bei einem Gewichtstraining besser zu gewährleisten als bei einem Plyometrischen Training. Für die vorliegende Studie wurde das Maximalkrafttraining mit Gewichten aufgrund der Rahmenbedingungen jedoch ausgeschlossen. Es bliebe zu erfassen, ob sich letztere im JMD insofern verändern ließen, dass ein Maximalkrafttraining mit Gewichten ergänzend durchgeführt werden kann und vor allem, ob dieser zusätzliche Aufwand in einem positiven Verhältnis zur Gesamtleistung im Tanz stünde. Dies bleibt fraglich.

Eine weitere Begründung für die fehlenden signifikanten Steigerungen in der CMJ-Sprungleistung könnte die Kombination aus Plyometrie und SMT sein. Möglicherweise hemmt der Einbezug der instabilen Unterlagen die Wirkung im langen DVZ stärker als dass er einen gewinnbringenden Nutzen hat. Auf die Entwicklung des reaktiven Gleichgewichts hatten die instabilen Unterlagen vermutlich einen positiven Einfluss - für die Entwicklung der Sprungkraft im langen DVZ sind sie möglicherweise kontraproduktiv. Es wird empfohlen, für die Entwicklung und Steigerung des reaktiven Gleichgewichts die instabilen Unterlagen zu verwenden und mit tanzspezifischen Aufgaben zu kombinieren, um so u.a. die Stabilität im Sprunggelenk zu verbessern. Es macht angesichts der Anforderungen im JMD durchaus Sinn, das dynamische Gleichgewicht und die Sprungkraft auch in engem zeitlichen Zusammenhang zu trainieren, d.h. direkt im Anschluss an eine Sprungfolge Gleichgewichtsaufgaben abzufordern oder umgekehrt. Die Entwicklung der Sprungkraft sollte jedoch unabhängig von instabilen Unterlagen erfolgen, da die Wirksamkeit einer Kombination hier nicht aufgezeigt werden konnte bzw. diese möglicherweise sogar kontraproduktiv ist, zumindest für die Entwicklung der Sprungkraft.

Drop Jump, maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft der Plantarflexoren

In Hinblick auf die Messergebnisse des Posttests beim kurzen DVK (DJ aus 30 cm Höhe) sind ebenfalls keine statistisch signifikanten Veränderungen bei der IG durch das Training zu verzeichnen, obgleich bei der isometrischen und isokinetischen Maximalkraftleistung der Plantarflexoren ein signifikanter Zuwachs festgestellt werden konnte (siehe unten). Die H2.2 kann entsprechend auch für die Sprungkraftleistung im kurzen DVZ (Reaktivkraft der Wadenmuskulatur) bzw. für den Performance-Index nicht angenommen werden.

Prinzipiell ist anzunehmen, dass für die fehlenden Effekte des Trainings auf die Sprunghöhe im kurzen DVZ vermutlich ähnliche Gründe wirksam sind, wie oben für den langen DVZ beschrieben. So hatten sicherlich auch beim kurzen DVZ die Belastungsintensitäten im Training sowie der Zeitpunkt der Posttestmessungen und auch die Kombination der beiden Trainingsmethoden einen Einfluss auf die

gemessenen Effekte. Die Maximalkraftwerte der Plantarflexoren haben einen deutlichen und statistisch signifikanten Anstieg nach dem Training gezeigt, jedoch hatten sie in der vorliegenden Studie offensichtlich keinen Einfluss auf die Reaktivkraft im kurzen DVZ. Es ist zu betonen, dass davon ausgegangen wurde, dass eine hohe Ausprägung der Maximalkraftleistung in den Plantarflexoren einen positiven Einfluss auf die Reaktivkraftleistung im DJ hat (vgl. Kap. 2.1.2). Die Korrelationstabellen der Studie I wie auch der Studie II (IG) haben jedoch überraschenderweise für die vorliegende Arbeit keine Zusammenhänge zwischen diesen Parametern aufgezeigt (Tab. 17.29, Tab. 18.12). Nur die KG der Studie II zeigte hier die erwarteten Korrelationen (Tab. 18.13) zwischen der Sprunghöhe im DJ und der isokinetischen und isometrischen Maximalkraft der Plantarflexoren - im Pretest wie im Posttest. Weshalb für die Querschnittsstudie (Studie I) sowie die IG der Studie II diese Korrelationen nicht gezeigt werden konnten, kann hier nicht abschließend geklärt werden.

Möglicherweise hätten verschiedene Absprunghöhen sowohl im Training als auch in der Messung andere Ergebnisse gebracht. Das Plyometrische Training erfolgte in der vorliegenden Studie ausschließlich mit einer Fallhöhe von 30-40 cm. Diese wurde praxisbezogen gewählt, da Niedersprunghöhen im JDM selten über diese Höhe hinausgehen. Größere Niedersprunghöhen im JMD entstehen nur bei Abgängen aus diversen Hebefiguren und bei diesen ist in der Regel der Heber mitbeteiligt und begleitet den Abgang und die Landung des Gehobenen. Außerdem ist bei größeren Fallhöhen z.B. nach besonders hohen Sprüngen verstärkt die gesamte Streckerkette involviert und nicht nur die Wadenmuskulatur. Möglicherweise war trotzdem die Niedersprung-Höhe von 30-40 cm im Plyometrischen Training der vorliegenden Studie zu niedrig angesetzt, um einen signifikanten Erfolg bei den Tänzerinnen zu gewährleisten. Taube, et al. (2011) haben ebenfalls nach ihrer Trainingsintervention von vier Wochen mit 30 cm Drop-Höhe mit verschiedenen Sportlern bei einer deutlich höheren Trainingszeit von drei Trainingseinheiten pro Woche (vs. zwei Trainingseinheiten/ Woche in der vorliegenden Studie) und einem höheren Trainingsumfang von je 45-60 min keine signifikanten Steigerungen der Sprunghöhe im DJ feststellen können. Die gesamte Probandengruppe bestand aus Sportlern, deren Sportarten viele Sprünge beinhalten, wie z.B. Basketballern, Volleyballern, Leichtathleten. Eine erste Trainingsgruppe hatte hier ausschließlich mit Höhen von 30 cm trainiert (Taube, et

al., 2011). Dabei wurde nach der Trainingsintervention lediglich ein Trend ohne statistische Signifikanz zur Steigerung dieses Parameters festgestellt. Hingegen wurden bei der zweiten Trainingsgruppe der Studie, die sowohl mit kleinen (30 cm), mittleren (50 cm) und auch großen Fallhöhen (75 cm) trainiert hatten, deutliche Steigerungen der Sprunghöhe im DJ nach der Intervention aufgezeigt (Taube, et al., 2011). Taube, et al. (2011) haben zusammenfassend festgestellt, dass Interventionen, die hohe Absprunghöhen (über 75 cm) beinhalten, zu größeren Gegenbewegungen, längeren Bodenkontaktzeiten und unveränderter bzw. abnehmender Unterschenkelsteifigkeit führen. Training mit niedrigen Fallhöhen (unter 60 cm) führte dagegen zu verbesserter Unterschenkelsteifigkeit, verringerter Gegenbewegung und kürzerer Bodenkontaktzeit. Die Absprunghöhe hat also einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse einer Trainingsintervention mit DJ (Taube, et al., 2011). In Bezug auf die BKZ zeigte bei Taube, et al. (2011) die Trainingsgruppe mit der 30cm-Drop-Höhe eine signifikante Verkürzung ihrer BKZ nach dem Training. Die Trainingsgruppe der vorliegenden Studie zeigte auch bei diesem Parameter keine Veränderungen. Auch ein Trend war hier nicht zu vermerken. Welchen Einfluss die hier gewählte Sprunghöhe möglicherweise auf die Wirksamkeit des Trainings hatte und ob eine höhere Drop-Höhe andere Ergebnisse gebracht hätte, kann deshalb nicht abschließend geklärt werden.

Das Training hat nach acht Wochen deutliche Steigerungen in den isometrischen Maximalkraftwerten der Fußextensoren bei der IG ergeben. Die Hypothese H2.4 kann hier teilweise und modifiziert angenommen werden: Die isometrische Maximalkraftleistung in den Fußextensoren im 90°-Winkel bei 20-30jährigen Tänzerinnen der 2. BL im Jazz- und Modern Dance wird durch ein ergänzendes kombiniertes SMT- und Plyometrie-Training über 8 Wochen verbessert. Die IG hat im Bereich der isometrischen Maximalkraftmessungen für die Plantarflexion eine Steigerung von rund 16 % vom ersten zum zweiten Messtermin erreicht. Bei der KG haben sich hier keine signifikanten Veränderungen gezeigt. Dies lässt darauf schließen, dass die isometrische Maximalkraft der Fußextensoren im 90°-Winkel bei der IG aufgrund des Trainings verbessert wurde. Derzeit gibt es jedoch noch keine Vergleichsdaten in Bezug auf ein kombiniertes SMT/Plyometrie-Training auf die Maximalkraftleistung der Plantarflexoren. Im Bewegungsbereich von 90°-170° ergaben sich keine signifikanten Steigerungen der Messergebnisse bei der IG

bzw. gab es Steigerungen bei beiden Gruppen, jedoch war der Interaktionseffekt nicht signifikant. Die isokinetische Maximalkraft der Plantarflexoren konnte hier gegenüber dem ersten Messtermin um rund 12 % gesteigert werden. Die KG hat jedoch ebenfalls eine signifikante Steigerung bzgl. dieses Parameters gezeigt. Aufgrund dessen kann die Leistungssteigerung bei der IG nicht eindeutig auf die 8-wöchige Intervention zurückgeführt werden. Es wird angenommen, dass das reguläre tänzerische Training in Vorbereitung auf die kommende Saison, was durch beide Gruppen gleichermaßen weiter durchgeführt wurde, zufällig und zeitgleich zu einer Verbesserung der isokinetischen Maximalkraft der Fußextensoren geführt haben könnte, eventuell aufgrund spezieller tänzerischer Elemente mit hohen Anforderungen an die entsprechenden Muskelgruppen. Die zeitgleiche Entwicklung und das Erlernen der neuen Wettkampfchoreographie kann zu dieser Verbesserung des besagten Parameters bei der KG geführt haben. Dafür spricht, dass sich bei der KG zwar die isokinetische Maximalkraftleistung der Plantarflexoren verbessert hat, die isometrische dagegen nicht.

12 Ausblick und trainingswissenschaftliche Empfehlungen für die Praxis

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es noch einiger Untersuchungen bedarf, um das Leistungssystem im JMD differenziert zu charakterisieren. Ein Trainingssystem erstellt auf der Basis sportwissenschaftlicher und tanzspezifischer Erkenntnisse kann helfen, die Sportart JMD voranzubringen und die Leistung im Tanz im Sinne der künstlerischen und choreographischen Ansprüche zu steigern. Hierfür müssen noch weitere Leistungsfaktoren sowie verschiedene Trainingsmethoden untersucht und im Zusammenhang betrachtet werden. Es wird hier darauf hingewiesen, dass insbesondere die tanzspezifischen künstlerischen und ästhetischen Aspekte in der vorliegenden Studie ausgeklammert wurden, um konditionell-koordinative Besonderheiten der Sportart in den Mittelpunkt zu rücken. Jedoch sollte in kommenden Untersuchungen die Gesamtleistung im Tanz, die auch subjektive Einschätzungen einzelner Faktoren beinhaltet, das jeweilige Studien-Design mit bestimmen, da nur so praxisrelevante Aussagen für den JMD getroffen werden können. Ein Beispiel dafür findet sich bei Brown, et al. (2007). Die Autoren haben versucht, auch ästhetische Aspekte in ihre Untersuchung mit Tänzern einfließen zu lassen.

Es konnte auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse festgestellt werden, dass das Gleichgewicht und die Sprungkraft durchaus leistungsvoraussetzende und im Einzelnen z.T. auch leistungsbestimmende Faktoren im JMD darstellen. Das statische wie auch das dynamische Gleichgewicht stehen prinzipiell im Zusammenhang mit der tänzerischen Technik und sollten auch entsprechend trainiert werden. Es wird hier deshalb für eine gezielte Verbesserung bzw. den Erhalt dieser Leistungsfaktoren empfohlen, instabile Unterlagen in das reguläre Techniktraining einzubeziehen. Nicht zuletzt im Sinne eines stabileren Sprunggelenkskomplexes (insbesondere bei großer Flexibilität im Fuß) sowie einer allgemeinen Verletzungsprophylaxe können die instabilen Unterlagen ohne großen organisatorischen oder finanziellen Aufwand zu einer höheren Gleichgewichtsleistung im JMD beitragen. Des Weiteren sollte das Gleichgewicht im Training immer im Zusammenhang mit tänzerischen Folgen abverlangt werden bzw. im Zusammenhang mit spezifischer Tanztechnik sowie im Anschluss an komplexe Sprünge, Drehungen oder Bodenelemente. Eine Kombination von SMT

und Plyometrie kann an dieser Stelle nicht abschließend empfohlen werden, vielmehr sollten beide Trainingsformen getrennt je nach Trainingsschwerpunkt in den JMD einfließen. D.h. wenn Sprungkraft trainiert werden soll, sind die vorgeschlagenen Übungen durchaus zu empfehlen, jedoch muss dabei intensiv auf eine individuelle Betreuung der Tänzerinnen geachtet und die jeweiligen Belastungsumfänge und -intensitäten am jeweiligen Ausgangsniveau ausgerichtet werden. Die Plyometrie stellt nachweislich auch im Tanzsport eine Methode dar, die diversen Sprungkraft-Parameter zu steigern. Das Übungsgut sollte jedoch möglichst tanzspezifisch konzipiert sein. Die instabilen Unterlagen sollten im Plyometrischen Training im Hinblick auf die Wirksamkeit des DVZ nicht zum Einsatz kommen, außer es soll gezielt das dynamische Gleichgewicht vor oder nach Sprüngen trainiert werden. Welche Niedersprunghöhen hier im Einzelnen zu empfehlen sind, kann hier abschließend nur vermutet werden. Möglicherweise sind etwas größere Höhen als in der vorliegenden Studie (z.B. 40 cm) für den JMD optimal oder eine Kombination aus verschiedenen Höhen - diese Frage könnte in weiterführenden Untersuchungen geklärt werden. Prinzipiell sollte jedoch vor dem Hintergrund der hohen Sprungbelastung im JMD ein gezieltes Sprungkrafttraining langfristig in die gesamte Trainingsmethodik integriert werden. Um Plyometrisches Training mit Niedersprung-Höhen über 40 cm im Tanzsport nutzbar zu machen, sollten gleichwohl entsprechende trainingsmethodische Vorbereitungen für eine stabile DJ-Technik bei verschiedenen Sprunghöhen ohne Verletzungsrisiko im Training enthalten sein.

Des Weiteren ist ein ergänzendes Maximalkrafttraining mit Gewichten möglicherweise ein sinnvolles Mittel zur Steigerung der Sprungleistung. Die Effizienz dieser Methode im JMD sollte jedoch im Vorfeld in Bezug auf den Material- und Zeitaufwand und im Hinblick auf die Effekte der Sprungleistung auf die tänzerische Gesamtleistung geprüft werden.

Abschließend soll hier festgehalten werden, dass verstärkt sportwissenschaftliche Untersuchungen im Tanz dafür sorgen können, dass bisher ungenutzte Erkenntnisse und Methoden in den Tanzsport Einzug halten können und somit den künstlerischen und choreographischen Aspekten des Tanzes noch mehr Möglichkeiten eröffnen und dabei den Tänzer gesund und leistungsstark erhalten.

13 Zusammenfassung

Einleitung: Der JMD ist bisher noch wenig trainingswissenschaftlichen Untersuchungen unterzogen worden. Dies stellt vor dem Hintergrund der hohen physischen und psychischen Anforderungen, die die Choreographien im JMD an die Tänzer insbesondere in den hohen Leistungsklassen stellen, einen Mangel dar. Insbesondere die Leistungsanforderungen an die Sprungkraft und das Gleichgewicht sind deutlich gestiegen. Es fehlen trainingswissenschaftliche Untersuchungen bzgl. des Leistungssystems im JMD, sowie fundierte Trainingsempfehlungen speziell für den Tanz als Wettkampfsportart zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit auf der Basis trainingswissenschaftlicher Erkenntnisse.

Ziele: Die vorliegende Arbeit soll mithilfe einer Querschnitts- und einer Längsschnittstudie insbesondere die Bedeutung der Sprungkraft und der Gleichgewichtsfähigkeit im JMD darlegen und so einen Teil dazu beitragen, das Leistungssystem im JMD zu charakterisieren. Das Ziel der ersten Studie (Querschnitt) ist es, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen zwei verschiedenen Leistungsklassen im JMD im Vergleich mit Sportstudentinnen bzgl. der zu untersuchenden Parameter aufzuzeigen. Es sollen Rückschlüsse gezogen werden im Hinblick darauf, inwiefern die Gleichgewichtsfähigkeiten, die Sprungkraft und die Maximalkraft in den unteren Extremitäten im JMD leistungsbestimmend sind. Die zweite Untersuchung (Längsschnitt) soll zeigen, inwiefern sich die Leistungsfaktoren reaktives Gleichgewicht und Sprungkraft durch ein kombiniertes Sensomotorisches und Plyometrisches Training über einen begrenzten Zeitraum von 8 Wochen bei einer Formation der 2. BL verbessern lassen.

Methoden: Für die Querschnittsstudie wurden eine Bundesliga (BL)-Formation (N=15), eine Oberliga (OL)-Formation (N=13) und eine KG aus Sportstudentinnen (N=12) mit ausschließlich weiblichen Probanden in Bezug auf die entsprechenden Parameter untersucht und miteinander verglichen. Alle drei Gruppen durchliefen die gleichen Messungen. Der Parameter statisches Gleichgewicht wurde im Einbeinstand mithilfe der 3-dimensionalen Kraftmessplattform AMTI OR6-6-2000

über die Änderungen des Körperschwerpunktes CoM erfasst. Das dynamische Gleichgewicht - reaktiv und proaktiv - wurde mit zwei verschiedenen Messabläufen im Einbeinstand auf einem Posturomed der Firma Haider Bioswing in Kombination mit MicroSwing erfasst. Die Sprungkraft mit Einbezug der gesamten Streckerkette sowie die Reaktivkraft der Fußextensoren wurden über den Counter Movement Jump (CMJ) bzw. den Drop Jump auf der 1-dimensionalen Kraftmessplattform KISTLER Quattro Jump Typ 9290AD erfasst. Die Messungen der maximal willkürlich isometrischen und isokinetischen Maximalkraft der Knieflexoren und Knieextensoren sowie auch die maximal willkürlich isometrische und isokinetische Maximalkraft der Fußextensoren und Fußflexoren erfolgten auf dem isokinetischen Kraftmesssystem ISOMED 2000 (D&R Ferstl GmbH).

Für die zweite Studie wurden neun Probandinnen der Bundesliga-Formation über einen Zeitraum von acht Wochen einer Kombination aus Sensomotorischem und Plyometrischem Training zur Entwicklung der reaktiven Gleichgewichtsfähigkeit und der Sprungkraft unterzogen. Neun weitere Tänzerinnen aus der gleichen Formation dienten als KG. Die Trainingsstudie war im Pretest-Posttest-Design konzipiert. Die Untersuchungen des reaktiven Gleichgewichts, der Sprungkraft sowie der Maximalkraft der unteren Extremitäten vor und nach dem Training erfolgten nach demselben Protokoll wie in der ersten Studie. Geprüft wurden die Trainingswirkung bzw. die Leistungsentwicklung.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen: Die BL wies in der ersten Studie (Studie I) bzgl. der statischen wie auch der reaktiven Gleichgewichtsfähigkeit deutlich höhere Leistungen auf als die OL. Es kann deshalb geschlossen werden, dass die statische Gleichgewichtsfähigkeit im Einbeinstand ein leistungsbestimmender Faktor im JMD ist, ähnlich wie bei Turnern (Asseman, et al., 2008) oder Gymnastinnen (Calavalle, et al., 2008). Einbeinige Gleichgewichtsleistungen über eine längere Zeitspanne stellen also einen wesentlichen Bestandteil tänzerischer Leistung im JMD dar. Insbesondere in medio-lateraler Richtung waren die Ergebnisse im statischen wie auch reaktiven Gleichgewicht der BL deutlich besser als bei den beiden anderen Gruppen. Die Tänzerinnen der hohen Leistungsklasse zeigen also in medio-lateraler Richtung ein stabileres Sprunggelenk - bei statischen wie auch reaktiven Gleichgewichtsaufgaben. Sie reagieren bei einem von lateral einwirkendem Störreiz mit weniger Ausgleichbewegungen als die

Tänzerinnen der OL oder die KG. Diese Ergebnisse decken sich u.a. mit Ergebnissen von Calavalle, et al. (2008) und Golomer, et al. (1999), welche als Begründung für die vorliegenden Ergebnisse die Auswärtsdrehung der Hüfte benennen. Diese führe zu einer besseren muskulären Stabilität nach medio-lateral. Dass im Gesamtschwankungsweg beim reaktiven Gleichgewicht keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen festgestellt werden konnte, könnte u.a. daran liegen, dass die Testaufgabe in Bezug auf den Tanzsport noch spezifischer ausgerichtet werden müsste.

In Bezug auf die Sprungleistungen konnten seitens der BL gegenüber der OL deutlich bessere Ergebnisse aufgezeigt werden, zumindest im CMJ. Dieses Ergebnis war zu erwarten gewesen, da der Anteil an Sprüngen an einer Gesamtchoreographie der BL häufig sehr hoch ist. Die vorliegenden Ergebnisse sind durchaus vergleichbar mit denen anderer Autoren, die sich mit Tänzern befasst haben. Im Vergleich mit anderen Sportarten sind die tänzerischen Sprungleistungen jedoch eher als mittelmäßig einzuschätzen (Martel, et al., 2005, Hewett, et al. 1996, Hakkinen, 1991, LaMonte, et al., 1999). Harley, et al. (2002) postulieren, dass die Ästhetik tänzerischer Sprünge einen größeren Stellenwert hat als die Sprunghöhe an sich. Jedoch sorgt ein gewisses Maß an Sprungkraft und somit Sprunghöhe für eine bessere Ästhetik der Sprünge im Tanz, da eine längere Flugzeit auch mehr koordinative Möglichkeiten bietet (vgl. Angioi, Metsios, Twitchett, et al., 2009). Dass der DJ keine signifikanten Unterschiede ergeben hat und die hier gemessenen Sportstudentinnen deutlich höhere Leistungen zeigten als die Tänzerinnen, lässt vermuten, dass diese Sprungform im JMD keine gesonderte Rolle spielt und entsprechend auch nicht trainiert wird. Jedoch wiesen die Tänzerinnen der BL höchst signifikant kürzere Bodenkontaktzeiten beim Drop Jump und einen besseren Performance-Index auf als die OL. Es bleibt jedoch fraglich, ob die Reaktivkraft der Wadenmuskulatur im JMD überhaupt von zentraler Bedeutung für die Leistung ist. Möglicherweise sind die kurzen Bodenkontaktzeiten nur ein zufälliges Nebenprodukt des tänzerischen Trainings ohne Relevanz für die Sprungleistung gesamt.

Bei der isokinetischen Maximalkraft der Knieextensoren zeigten die Tänzerinnen der BL deutlich höhere Leistungen gegenüber der OL. Dieses Ergebnis war in Anbetracht der höheren Sprungleistungen im CMJ seitens der BL durchaus zu erwarten. Die Ergebnisse der Messungen der Maximalkraft der Plantarflexoren der

BL unterscheiden sich nicht von denen der anderen beiden Gruppen, jedoch wird davon ausgegangen, dass eine hohe Ausprägung dieses Parameters durch seine Beteiligung an der Gesamtsprungleistung im Tanz diese durchaus noch verbessern könnte. Aus diesem Grund wurde in der Trainingsstudie (Studie II) gezielt auch dieser Parameter angesprochen.

Die Ergebnisse der zweiten Studie ergaben keine signifikanten Leistungssteigerungen beim reaktiven Gleichgewicht durch das Training. Dies stellt einen Widerspruch dar gegenüber Ergebnissen anderer Untersuchungen, welche positive Effekte durch SMT verzeichnen konnten (Granacher, et al., 2009a, Granacher, et al., 2007, McGuine & Keene, 2006, Olsen, et al., 2005). Auch in Bezug auf die Sprungkraft konnten entgegen der Erwartungen keine signifikanten Unterschiede nach dem Training festgestellt werden, weder beim CMJ noch beim DJ und auch nicht in der BKZ oder dem Performance-Index. Es wird davon ausgegangen, dass die fehlenden Steigerungen der Sprungleistung vorrangig auf nicht optimale Belastungsintensitäten im Training zurückgeführt werden müssen (Luebbbers, et al., 2003). Auch der Zeitpunkt der Posttestmessung (Luebbbers, et al., 2003) sowie auch die Kombination der beiden Trainingsmethoden könnten einen Einfluss auf das Ergebnis gehabt haben.

Trotz fehlender signifikanter Änderungen im CMJ wie auch im DJ fielen die isometrischen Maximalkraftleistungen der Plantarflexoren nach dem Training bei der IG signifikant höher aus als davor. Das Training hatte also durchaus einen positiven Effekt auf die isometrische Maximalkraft der Plantarflexoren, jedoch konnte diese nicht in eine höhere Sprungleistung umgesetzt werden. In der Isokinetik konnten bei den Plantarflexoren keine signifikanten Interaktionseffekte nachgewiesen werden, da sich beide Gruppen nach dem Training verbessert hatten. In der Kniestreckmuskulatur ergaben sich keine signifikanten Effekte nach dem Training. Hier werden die gleichen Ursachen vermutet, wie oben für die Ergebnisse der Sprungtests beschrieben. Grundsätzlich sollte das Training im Hinblick auf die Steigerung diverser Leistungsvoraussetzungen intensiviert und wenn möglich auch im Umfang verstärkt werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Leistungsfaktoren Gleichgewicht und Sprungkraft durchaus leistungsvoraussetzende und z.T. auch leistungsbestimmende Bedeutung im JMD haben. Die das rein tänzerische Training ergänzenden Methoden zur Verbesserung einzelner Leistungsfaktoren

bzw. ihrer Bestandteile auf der Basis sportwissenschaftlicher Erkenntnisse sollten verstärkt im JMD-Training nutzbar gemacht werden. Um optimale, tanzspezifische Trainingsempfehlungen hinsichtlich Belastungsumfang und -intensitäten geben zu können, sollten diesbezüglich weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

14 Literaturverzeichnis

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A New Concept For Isokinetic Hamstring: Quadriceps Muscle Strength Ratio. *Am J Sports Med March*, 26(2), 231-237.
- Aalto, H., Pyykkö, I., Ilmarinen, R., Kähkönen, E., & Starck, J. (1990). Postural stability in shooters. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.*, 52(4), 232-238.
- Ahmad, C. S., Clark, A. M., Heilmann, N., Schoeb, J. S., Gardner, T. R., & Levine, W. N. (2006). Effect of Gender and Maturity on Quadriceps-to-Hamstring Strength Ratio and Anterior Cruciate Ligament Laxity. *Am J Sports Med*, 34(3), 370-374.
- Allen, N., & Wyon, M. (2008). Dance Medicine: Athlete or Artist. *SportEx Medicine*, 1(35), 6-9.
- Alpert, P. T., Miller, S. K., Wallmann, H., Havey, R., Cross, C., Chevalia, T., et al. (2009). The effect of modified jazz dance on balance, cognition, and mood in older adults. *J Am Acad Nurse Pract*, 21(2), 108-115.
- Angioi, M., Metsios, G. S., Koutedakis, Y., & Wyon, M. (2009). Fitness in Contemporary Dance: A Systematic Review. *Int J Sports Med*, 30(7), 475-484.
- Angioi, M., Metsios, G. S., Twitchett, E., Koutedakis, Y., & Wyon, M. (2009). Association between selected physical fitness parameters and aesthetic competence in Contemporary Dancers. *J Dance Med Sci*, 13(4), 115-123.
- Asseman, F. B., Caron, O., & Crémieux, J. (2008). Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance? *Gait Posture*, 27(1), 76-81.
- Bach, K. (2010). *Lernverlaufsstudie zu Drehungen in der Rhythmischen Sportgymnastik unter Zugrundelegung des Leistungsfaktors Technik*. Norderstedt, Books on Demand.
- Bahr, R., Lian, O., & Bahr, I. A. (1997). A twofold reduction in the incidence of acute ankle sprains in volleyball after the introduction of an injury prevention program: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports*, 7(3), 172-177.
- Baldari, C., & Guidetti, L. (2001). Vo2max, ventilatory and anaerobic thresholds in rhythmic gymnasts and young female dancers. *J Sports Med Phys Fitness*, 41, 177-182.
- Barber-Westin, S. D., Noyes, F. R., & Galloway, M. (2006). Jump-Land Characteristics and Muscle Strength Development in Young Athletes - A Gender Comparison of 1140 Athletes 9 to 17 Years of Age. *Am J Sports Med*, 34(3), 375-384.
- Batista, M. A. B., Roschel, H., Barroso, R., Ugrinowitsch, C., & Tricoli, V. (2011). Influence of Strength Training Background on Postactivation Potentiation Response. *J Strength Cond Res* 2496-2502.
- Baumann, K., Thomas, M., & von Salis-Soglio, G. (2001). Verletzungen und Fehlbelastungsfolgen im Jazz Dance. *Sport-Orthopädie, Sport-Traumatologie*, 17(1), 27-30.
- Baumann, M. (2008). *Österreichischer Tanzsport im Vergleich mit der Weltspitze - Entwicklung und Empfehlung von leistungsfördernden Richtlinien als Schlussfolgerung einer Ist-Zustandsanalyse über Sportler/innen, Trainer/innen und Vereine*. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.

- Beckmann Kline, J., Krauss, J. R., Maher, S. F., & Qu, X. (2013). Core Strength Training Using a Combination of Home Exercises and a Dynamic Sling System for the Management of Low Back Pain in Pre-professional Ballet Dancers: A Case Series. *J Dance Med Sci*, 17(1), 24-33(10).
- Berg, K., Wood-Dauphinee, S., Williams, J., & Gayton, D. (1989). Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can*, 41, 304-311.
- Bert, S. (2010). *Untersuchung klinischer und isokinetischer Daten an Probanden mit und ohne iliotibiales Bandsyndrom*. Unpublished manuscript, Tübingen.
- Blume, D.-D. (1978). Zu einigen wesentlichen theoretischen Grundpositionen für die Untersuchung der koordinativen Fähigkeiten. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 27, 29-36.
- Bobbert, M. F., Huijing, P. A., & van Ingen Schenau, G. J. (1987). Drop jumping. II. The influence of dropping height on the biomechanics of drop jumping. *Med Sci Sports Exerc*, 19(4), 339-346.
- Breitenbach, O. K. (1955). *A study to determine the relationship between athletic ability and dynamic balance*. University of Wisconsin, Madison.
- Brinson, P., & Dick, F. (1996). *Fit to Dance?: The Report of the National Inquiry Into Dancers' Health and Injury*. London: Calouste Gulbenkian Foundation.
- Brown, A. C., Wells, T. J., Shade, M. L., Smith, D. L., & Fehling, P. C. (2007). Effects of plyometric training versus traditional weight training on strength, power, and aesthetic jumping ability in female collegiate dancers. *J Dance Med Sci*, 11(2), 38-44(37).
- Bruhn, S., Kullmann, N., & Gollhofer, A. (2004). The effects of a sensorimotor training and a strength training on postural stabilisation, maximum isometric contraction and jump performance. *Int J Sports Med*, 25(1), 56-60.
- Bruhns, S., Kullmann, N., & Gollhofer, A. (2006). Combinatory effects of high-intensity-strength training and sensorimotor training on muscle strength. *International journal of sports medicine*, 27(5), 401-406.
- Bruyneel, A. V., Mesure, S., Paré, J. C., & Bertran, J. C. (2010). Organization of postural equilibrium in several planes in ballet dancers. *Neuroscience Letters*, 485.
- Bühl, A. (2008). *SPSS 16: Einführung in die moderne Datenanalyse*. München: Pearson Studium.
- Bührle, M. (1985). *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings*. Schorndorf.
- Burger, H.-J., & Krämer, H. (2003). *Rahmentrainingsplan: Standard, Latein, Standard Formation, Latein Formation / Deutscher Tanzsportverband e.V.* (2. Aufl. ed.). Frankfurt/Main: Tanzwelt-Verlag.
- Burgess, K. E., Connick, M. J., Graham-Smith, P., & Pearson, S. J. (2007). Plyometric vs. isometric training influences on tendon properties and muscle output. *J Strength Cond Res* 17(4):678-85 (2003) PMID 14636092, 21(3), 986-989.
- Büsch, D., Hagemann, N., & Bender, N. (2009). Das Lateral Preference Inventory: Itemhomogenität der deutschen Version. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 16(1), 17-28.
- Cachupe, W. J. C., Shifflett, B., Kahanov, L., & Wughalter, E. H. (2001). Reliability of Biodex Balance System Measures. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 5(2), 97-108.
- Calais-Germain, B. (2009). *Anatomie der Bewegung: Technik und Funktion des Körpers*. Wiesbaden: Marix-Verl.

- Calavalle, A. R., Sisti, D., Rocchi, M. B. L., Panebianco, R., Del Sal, M., & Stocchi, V. (2008). Postural trials: expertise in rhythmic gymnastics increases control in lateral directions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 104, 643-649.
- Chessin, M. (2012). Achilles Tendinosis Stopping the Progression to Disability. *J Dance Med Sci*, 16(3), 109-115(107).
- Chimera, N. J., Swanik, K. A., Swanik, C. B., & Straub, S. J. (2004). Effects of Plyometric Training on Muscle-Activation Strategies and Performance in Female Athletes. *J Athl Train*, 39(1), 24-31.
- Clutch, D., Wilton, M., McGown, C., & Bryce, G. R. (2013). The Effect of Depth Jumps and Weight Training on Leg Strength and Vertical Jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(1), 5-10.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *J. Strength Cond. Res*, 19(2), 349-357.
- Crotts, D., Thompson, B., Nahom, M., Ryan, S., & Newton, R. A. (1996). Balance abilities of professional dancers on select balance tests. *J Orthop Sports Phys Ther*, 23(1), 12-17.
- Davlin, C. D. (2004). Dynamic balance in high level athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 98, 1171-1176.
- Deighan, M. A. (2005). Flexibility in Dance. *J Dance Med Sci*, 9(1), 13-17(15).
- Di Cagno, A., Baldari, C., Battaglia, C., Brasili, P., Merni, F., Piazza, M., et al. (2008). Leaping ability and body composition in rhythmic gymnasts for talent identification. *J Sport Med Phys Fit* 48(3), 341-346.
- Di Cagno, A., Baldari, C., Battaglia, C., Monteiro, M. D., Pappalardo, A., Piazza, M., et al. (2009). Factors influencing performance of competitive and amateur rhythmic gymnastics--gender differences. *J Sci Med/ SMA*, 12(3), 411-416.
- Dickson, D., Hollman-Gage, K., Ojofeitimi, S., & Bronner, S. (2012). Comparison of Functional Ankle Motion Measures in Modern Dancers. *J Dance Med Sci*, 16(3), 116-125(110).
- Diehl, I., & Lampert, F. H. (2011). *Tanztechniken 2010 - Tanzplan Deutschland*. Leipzig.
- Dirnberger, J., Kösters, A., & Müller, E. (2012). Concentric and eccentric isokinetic knee extension: A reproducibility study using the IsoMed 2000-dynamometer. *Isokinet Exerc Sci*, 20, 31-35.
- DTV. Ausbildungsanleitung für Trainer/ innen C im Jazz- und Modern Dance im Bereich des DTV.
<http://jmd.tanzsport.de/download/AusbildungsanleitungJMDTrainerC.pdf>
(letzter Zugriff am 05.03.14).
- DTV. (2008). Ratgeber Jazz- und Modern Dance.
- DTV. (2010). Historie - Die Geschichte des Jazz- und Modern Dance. [Internet] Verfügbar unter: <http://jmd.tanzsport.de/bundesligenstart.html> [Stand 15.01.13].
- Turnier- und Sportordnung des Deutschen Tanzsportverbandes e.V. (TSO) (2013).
- Echegoyen, S., Acuña, E., & Rodríguez, C. (2010). Injuries in students of three different dance techniques. *Med Probl Perform Art*, 25(2), 72-74.
- Ehlenz, H., Grosser, M., & Zimmermann, E. (2003). *Krafttraining*. München.
- Eliakim, A., Ish-Shalom, S., Giladi, A., Falk, B., & Constantini, N. (2000). Assessment of Body Composition in Ballet Dancers: Correlation Among

- Anthropometric Measurements, Bio-Electrical Impedance Analysis, and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *Int J Sports Med*, 21(8), 598-601.
- Ellenbecker, T. S., Roetert, E. P., Sueyoshi, T., & Riewald, S. (2007). A descriptive profile of age-specific knee extension flexion strength in elite junior tennis players. *Br J Sports Med*, 41, 728–732.
- Fatouros, I. G., Athanasios, Z. J., A.Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N., et al. (2000). Evaluation of Plyometric Exercise Training, Weight Training, and Their Combination on Vertical Jumping Performance and Leg Strength. *J Strength Cond Res*, 14(4), 470-476.
- Fetz, F. (1990). *Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport*. Wien: Österreichischer Bundesverl.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training programs*. Champaign, IL: Human Kinetics (3. ed.).
- Fleischle-Braun, C. (2000). *Der moderne Tanz: Geschichte und Vermittlungskonzepte* (1. Aufl. ed. Vol.). Butzbach-Griedel: Afra.
- Fong Yan, A., Hiller, C., Smith, R., & Vanwanseele, B. (2011). Effect of Footwear on Dancers: A Systematic Review. *J Dance Med Sci*, 15(2), 86-92(87).
- Ford, H. T., Puckett, J. R., Drummond, J. P., Sawyer, K., Gantt, K., & Fussell, C. (1983). Effects of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. *Perceptual and Motor Skills*, 56(3), 919-922.
- Franklin, E. N. (2002). *Tanz-Imagination: Stark im Ausdruck und perfekt in der Technik: Das Handbuch für Training und Bühne*. Kirchzarten bei Freiburg: Vak-Verlag.
- Franklin, E. N. (2004). *Kraftvoller Auftritt : Tanzen mit Power und Perfektion: die Franklin-Methode®*. Kirchzarten bei Freiburg: VAK-Verl.-Ges.
- Freeman, M. A. R., Dean, M. R. E., & Hanham, I. W. F. (1965). The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Am*, 47B, 669–677.
- French, D. N., Kraemer, W. J., & Cooke, C. B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *J Strength Cond Res*, 17(4), 678-685.
- Frey, G., & Hildenbrandt, E. (2002). *Einführung in die Trainingslehre - Teil 1: Grundlagen*. Schorndorf: Hofmann.
- Fugl-Meyer, A. R. (1981). Maximum isokinetic ankle plantar and dorsal flexion torques in trained subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 47 (4), 393-404.
- Fuhrmann, T. L., Brayer, A., Andrus, N., & McIntosh, S. (2010). Injury prevention for modern dancers: a pilot study of an educational intervention. *J Commun Health*, 35(5), 527-533.
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev*, 81(4), 1725-1789.
- George, D., & Mallery, P. (2002). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*. Boston [u.a.]: Allyn & Bacon.
- Gerbino, P. G., Griffin, E. D., & Zurakowski, D. (2007). Comparison of standing balance between female collegiate dancers and soccer players. *Gait & Posture*, 26(4), 501–507.
- Gienger, S. (1988). *Rhythmische Sportgymnastik : Grundformen, Improvisation, Gestaltung*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag.
- Gollhofer, A. (1987). *Komponenten der Schnellkraftleistungen im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus*. Erlensee.

- Golomer, E., Dupui, P., & Monod, H. (1997). The effects of maturation on self-induced dynamic body sway frequencies of girls performing acrobatics or classical dance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 76(2), 140-144.
- Golomer, E., Dupui, P., Séréni, P., & Monod, J. H. (1999). The contribution of vision in dynamic spontaneous sways of male classical dancers according to student or professional level. *J Physiol-Paris*, 93(3), 233-237.
- Golomer, E., & Féry, Y. A. (2001). Unilateral jump behavior in young professional female ballet dancers. *Int J Neurosci*, 110(1-2), 1-7.
- Golomer, E., Toussaint, Y., Bouilletteb, A., & Kellerb, J. (2009). Spontaneous whole body rotations and classical dance expertise: How shoulder-hip coordination influences supporting leg displacements. *J Electromyogr Kines*, 19(2), 314-321.
- Granacher, U., Gruber, M., & Gollhofer, A. (2009a). Auswirkungen von sensomotorischem Training auf die posturale Kontrolle älterer Männer. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 60(12).
- Granacher, U., Gruber, M., & Gollhofer, A. (2009b). Resistance training and neuromuscular performance in seniors. *Int J Sports Med*, 30(9), 652-657.
- Granacher, U., Gruber, M., Strass, D., & Gollhofer, A. (2007). Auswirkungen von sensomotorischem Training im Alter auf die Maximal-und Explosivkraft. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 58(12).
- Granacher, U., Wick, C., Rueck, N., Esposito, C., Roth, R., & Zahner, L. (2011a). Promoting balance and strength in the middle-aged workforce. *Int J Sports Med*, 32(1), 35-44.
- Granacher, U., Wick, C., Rueck, N., Esposito, C., Roth, R., & Zahner, L. (2011b). Promoting Balance and Strength in the Middle-Aged Workforce. *Int J Sports Med*, 32, 35-44.
- Gribble, P. A., & Hertel, J. (2003). Considerations for Normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test. *Meas Phys Educ Exerc Sci*, 7(2), 89-100.
- Gross, E., & Thomson, H. (1957). Relationship of dynamic balance to speed and to ability in swimming. *Research Quarterly*, 28(4), 342-346.
- Grosser, M., & Renner, T. (2007). *Schnelligkeitstraining : Grundlagen, Methoden, Leistungssteuerung, Programme für alle Sportarten*. München: BLV-Verl.-Ges.
- Grosser, M., Starischka, S., & Zimmermann, E. (2012). *Das neue Konditionstraining : Grundlagen, Methoden, Leistungssteuerung, Übungen, Trainingsprogramme*. München: BLV.
- Gruber, M., & Gollhofer, A. (2004). Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 92, 98-105.
- Gruber, M., Gruber, S., Taube, W., Schubert, M., Beck, S., & Gollhofer, A. (2007). Differential Effects of Ballistic Versus Sensorimotor Training on Rate of Force Development and Neural Activation in Humans. *J Strength Condit Res*, 21(1).
- Guidetti, L., Emerenziani, G. P., Gallotta, M. C., & Baldari, C. (2007). Effect of warm up on energy cost and energy sources of a ballet dance exercise. *Eur J Appl Physiol*, 99(3), 275-281.
- Güllich, A., & Schmidtbleicher, D. (1999). Struktur der Krafffähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50(7+8), 223-234.
- Günther, H. (2005). *Jazzdance: Geschichte, Theorie, Praxis*. Berlin: Henschel.

- Gupta, A., Fernihough, B., Bailey, G., Bombeck, P., Clarke, A., & Hopper, D. (2004). An evaluation of differences in hip external rotation strength and range of motion between female dancers and non-dancers. *Br J Sports Med*, 38, 778-783.
- Guse, U., Otto, I. (1987). *Jazz Dance: Hinführungen zum Jazz Dance in der Lehrerfortbildung und Schule nach Entwürfen und Erprobungen von Ela Klindt*. Schorndorf: Hofmann, 1987.
- Hakkinen, K. (1991). Force production characteristics of leg extensor, trunk flexor and extensor muscles in male and female basketball players. *J Sports Med Phys Fit*, 31(3), 325-331.
- Hamilton, W. G., Hamilton, L. H., Marshall, P., & Molnar, M. (1992). A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *Am J Sports Med*, 20(3).
- Hamstra-Wright, K. L., Swanik, C. B., Sitler, M. R., Swanik, K. A., Ferber, R., Ridenour, M., et al. (2006). Gender Comparisons of Dynamic Restraint and Motor Skill in Children. *J Dance Med Sci*, 16(1), 56-62.
- Harley, Y. X. R., Gibson, A. S. C., Harley, E. H., Lambert, M. I., Vaughan, C. L., & Noakes, T. D. (2002). Quadriceps Strength and Jumping Efficiency in Dancers. *J Dance Med Sci*, 6(3), 87-94(88).
- Hartmann, J., & Tünnemann, H. (1984). *Krafttraining für jedermann*. Berlin.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning*. London: Routledge.
- Hertel, J., Braham, R. A., Hale, S. A., & Olmsted-Kramer, L. C. (2006). Simplifying the Star Excursion Balance Test: Analyses of Subjects With and Without Chronic Ankle Instability. *J Orthop Sport Phys*, 36(3), 131-137.
- Hewett, T. E., Stroupe, A. L., Nance, T. A., & Noyes, F. R. (1996). Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med*, 24(6), 765-773.
- Hincapié, C. A., Morton, E. J., & Cassidy, J. D. (2008). Musculoskeletal injuries and pain in dancers: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*, 89(9), 1819-1829.
- Hirtz, P. (1985). *Koordinative Fähigkeiten im Schulsport : vielseitig, variationsreich, ungewohnt*. Berlin: Volk und Wissen.
- Hirtz, P., Hotz, A., & Ludwig, G. (2005). *Gleichgewicht*. Schorndorf: Hofmann.
- Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter, M. (2007). *Einführung in die Trainingswissenschaft*. Wiebelsheim: Limpert.
- Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter, M. (2010). *Einführung in die Trainingswissenschaft*. Wiebelsheim: Limpert.
- Holcomb, W. R., Rubley, M. D., Lee, H. J., & Guadagnoli, M. A. (2007). Effect of Hamstring-Emphasized Resistance Training on Hamstring: Quadriceps Strength Ratios. *J Strength Cond Res*, 21(1), 41-47.
- Holm, I., & Vøllestad, N. (2008). Significant Effect of Gender on Hamstring-to-Quadriceps Strength Ratio and Static Balance in Prepubescent Children From 7 to 12 Years of Age. *Am J Sports Med*, 36(10), 2007-2013.
- Horak, F. B. (1987). Clinical measurement of postural control in adults. *Phys Ther*, 67, 1881-1885.
- Hrysomallis, C. (2011). Balance Ability and Athletic Performance. *Sports Med*, 41(3).
- Hugel, F., Cadopi, M., Kohler, F., & Perrin, P. (1999). Postural Control of Ballet Dancers: A Specific Use of Visual Input for Artistic Purposes. *Int J Sports Med*, 20(2), 86-92.

- Hume, P. A., Hopkins, W. G., Robinson, D. M., Robinson, S. M., & Hollings, S. C. (1993). Predictors of attainment in rhythmic sportive gymnastics. *J Sports Med Phys Fitness*, 33(4), 367-377.
- Huschka, S. (2012). *Moderner Tanz : Konzepte - Stile - Utopien*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl.
- Hutchinson, M. R., Tremain, L., Christiansen, J., & Beitzel, J. (1998). Improving leaping ability in elite rhythmic gymnasts. *Med Sci Sports Exerc*, 30(10), 1543-1547.
- Huwlyer, J. (1984). Fehlhaltungen und klassischer Ballettunterricht. *Ballett-Journal - Das Tanzarchiv: Zeitung für Tanzpädagogik und Balletttheater*, 32(5), 74-77.
- Huwlyer, J. (2005). *Tanzmedizin - Anatomische Grundlagen und gesunde Bewegung*. Bern (u.a.): Huber.
- Izquierdo, M., Aguado, X., Gonzalez, R., López, J. L., & Häkkinen, K. (1999). Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *Eur J Appl Physiol*, 79, 260-267.
- Jacobs, C. L., Hincapié, C. A., & Cassidy, J. D. (2012). Musculoskeletal Injuries and Pain in Dancers: A Systematic Review Update. *J Dance Med Sci*, 16(2), 74-84(11).
- Jones, P., & Lees, A. (2003). A biomechanical analysis of the acute effects of complex training using lower limb exercises. *J Strength Cond Res*, 17(4), 694-700.
- Jud, H. M. (2009). *Vibrationstraining vs. Exzentrisches Training zur Behandlung von chronischen Achillessehnenbeschwerden bei Freizeitsportlern*. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:21-opus-42345> (letzter Zugriff am 13.03.14), Tübingen.
- Kannus, P. (1988). Ratio of hamstring to quadriceps femoris muscles' strength in the anterior cruciate ligament insufficient knee. Relationship to long-term recovery. *Phys Ther*, 68(6), 961-965.
- Kapteyn, T. S., Bles, W. W., Njikiktjien, C. J., Kodde, L. L., Massen, C. H., & Mol, J. M. F. (1983). Standardization in platform stabilometry being a part of posturography. *Agressologie*, 24(7), 321-326.
- Killing, W. (2008). *Leistungsreserve Springen: Handbuch des Sprungkrafttrainings für alle Sportarten*. Münster.
- Kimmerle, M. (2010). Lateral Bias, Functional Asymmetry, Dance Training and Dance Injuries. *Journal of Dance Medicine & Science*, 14(2), 58-66(59).
- King, M. B., Judge, J. O., & Wolfson, L. (1994). Functional base of support decreases with age. *J Gerontol*, 49, M258-263.
- Kioumourtzoglou, E., Derri, V., Mertzanidou, O., & Tzetzis, G. (1997). Experience with perceptual and motor skills in rhythmic gymnastics. *Percept Motor Skill*, 84, 1363-1372.
- Knuttgen, H. G., & Komi, P. V. (1994). Basale Definitionen der muskulären Aktivität In Komi, P.V. (Hrsg.), *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 15-16). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Koegler, H. (1999). *Kleines Wörterbuch des Tanzes*. Stuttgart: Reclam.
- Komi, P. V. (1985). Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus bei Bewegungen mit sportlicher Leistung. In M. Bührle (Ed.), *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings* (pp. 254-269). Schorndorf: Hofmann.
- Komi, P. V., & Bosco, C. C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med Sci Sports*, 10(4), 261-265.

- Koutedakis, Y., Agrawal, A., & Sharp, N. C. C. (1998). Isokinetic Characteristics of Knee Flexors and Extensors in Male Dancers, Olympic Oarsmen, Olympic Bobsleighers, and Non-Athletes. *J Dance Med Sci*, 2(2), 63-67(65).
- Koutedakis, Y., Hukam, H., Metsios, G., Nevill, A., Giakas, G., Jamurtas, A., et al. (2007). The effects of three months of aerobic and strength training on selected performance- and fitness-related parameters in modern dance students. *J Strength Cond Res*, 21(3), 808-812.
- Koutedakis, Y., & Jamurtas, A. (2004). The dancer as a performing athlete: physiological considerations. *Sports Med*, 34(10), 651-661.
- Koutedakis, Y., Myszkewycz, L., Soulas, D., Papapostolou, V., Sullivan, I., & Sharp, N. C. (1999). The effects of rest and subsequent training on selected physiological parameters in professional female classical dancers. *Int J Sports Med*, 20(6), 379-383.
- Koutedakis, Y., & Sharp, N. C. (2004). Thigh-muscles strength training, dance exercise, dynamometry, and anthropometry in professional ballerinas. *J Strength Cond Res*, 18, 714-718.
- Koutedakis, Y., & Sharp, N. C. C. (1999). *The fit and healthy dancer*. Chichester, New York.
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S., et al. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 34(2), 364-380.
- Kramer, J. F., Hill, K., Jones, I. C., Sandrin, M., & M., V. (1989). Effect of dynamometer application arm length on concentric and eccentric torques during isokinetic knee extension. *Physiotherapy Canada*, 41(2), 100-106.
- Kuni, B., & Schmitt, H. (2004). Kraft und Propriozeption am Sprunggelenk bei Tänzern in der professionellen Ausbildung. *Sportverletzung, Sportschaden*, 18(1), 15-21.
- Laffaye, G., Wagner, P., & Tombleson, T. (2013). Counter Movement Height: Gender and sport-specific differences in the force-time variables. *J Strength Cond Res*, 7.
- Lamont, H. S., Cramer, J. T., Bemben, D. A., Shehab, R. L., Anderson, M. A., & Bemben, M. G. (2011). Effects of a 6-week periodized squat training with or without whole-body vibration upon short-term adaptations in squat strength and body composition. *J Strength Cond Res*, 25(7), 1839-1848.
- LaMonte, M. J., McKinney, J. T., Quinn, S. M., Bainbridge, C. N., & Eisenman, P. A. (1999). Comparison of physical and physiological variables for female college basketball players. *J Strength Cond Res*, 13(3), 264-270.
- Lepelley, M.-C., Thullier, F., Koral, J., & Lestienne, F. G. (2006). Muscle coordination in complex movements during Jeté in skilled ballet dancers. *Exp Brain Res*, 175(2), 321-331.
- Liederbach, M. (2000). General considerations for guiding dance injury rehabilitation. *J Dance Med Sci*, 4, 54-65.
- Liederbach, M., Dilgen, F. E., & Rose, D. J. (2008). Incidence of anterior cruciate ligament injuries among elite ballet and modern dancers: a 5-year prospective study. *Am J Sports Med*, 36(9), 1779-1788.
- Liederbach, M., Hagins, M., Gamboa, J. M., & Welsh, T. M. (2012). Assessing and Reporting Dancer Capacities, Risk Factors, and Injuries: Recommendations from the IADMS Standard Measures Consensus Initiative. *J Dance Med Sci*, 16(4), 139-153(115).

- Liederbach, M., & Hiebert, R. (1997). The Relationship Between Eccentric and Concentric Measures of Ankle Strength and Functional Equinus in Classical Dancers. *J Dance Med Sci*, 1(2), 55-61(57).
- Lissizkaja, T. S., Schwabowski, R., & Braun, P. (1986). *Rhythmische Sportgymnastik*. Berlin: Sportverlag.
- Lott, M. B., & Laws, K. L. (2012). The Physics of Toppling and Regaining Balance during a Pirouette. *J Dance Med Sci*, 16(4), 167-174(168).
- Luebbers, P. E., Potteiger, J. A., Hulver, M. W., Thyfault, J. P., Carper, M. J., & Lockwood, R. H. (2003). Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *J Strength Cond Res* 17(4):678-85 (2003) PMID 14636092, 17(4), 704-709.
- Luke, A. C., Kinney, S. A., D'Hemecourt, P. A., Baum, J., Owen, M., & Micheli, L. J. (2002). Determinants of injuries in young dancers. *Med Probl Perform Art*, 17(3), 105-112.
- Lyttle, A. D., Wilson, G. J., & Ostrowski, K. J. (1996). Enhancing Performance: Maximal Power Versus Combined Weights and Plyometrics Training. *J Strength Cond Res*, 10(3).
- Maki, B. E., & McIlroy, W. E. (1997). The Role of Limb Movements in Maintaining Upright Stance: The "Change-in-Support" Strategy. *Phys Ther*, 77, 488-507.
- Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *Br J Sports Med*, 41, 349-355.
- Markovic, G., Jukic, I., Milanovic, D., & Metikos, D. (2007). Effects of Sprint and Plyometric Training on Muscle Function and Athletic Performance. *J Strength Cond Res*, 21(2).
- Martel, G. F., Harmer, M. L., Logan, J. M., & Parker, C. B. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Med Sci Sports Exerc*, 37(10), 1814-1819.
- Martin, D., Carl, K., & Lehnertz, K. (2001). *Handbuch Trainingslehre*. Schorndorf: Hofmann.
- Massion, J. (1992). Movement, posture and equilibrium: Interaction and coordination. *Prog Neurobiol*, 38, 35-56.
- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(2), 159-164.
- McGuine, T. A., & Keene, J. S. (2006). The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med*, 34(7).
- Meinel, K., Schnabel, G., & Krug, J. (2007). *Bewegungslehre - Sportmotorik : Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Mertz, L., & Docherty, C. (2012). Self-Described Differences Between Legs in Ballet Dancers: Do They Relate to Postural Stability and Ground Reaction Force Measures? *J Dance Med Sci*, 16(4), 154-160(157).
- Mesure, S., Amblard, B., & Crémieux, J. (1997). Effect of physical training on head-hip co-ordinated movements during unperturbed stance. *Neuroreport*, 8(16), 3507-3512.
- Missmahl, I. (1992). *Jazztanz - Training, Technik, Taktik*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Morrin, N., & Redding, E. (2013). Acute Effects of Warm-up Stretch Protocols on Balance, Vertical Jump Height, and Range of Motion in Dancers. *J Dance Med Sci*, 17(1), 34-40(37).

- Müller, O., Günther, M., Krauß, I., & Horstmann, T. (2004). Physikalische Charakterisierung des Therapiegerätes Posturomed als Meßgerät - Vorstellung eines Verfahrens zur Quantifizierung des Balancevermögens. *Biomed. Technik*, 49, 56-60.
- Myer, G. D., Ford, K. R., McLean, S. G., & Hewett, T. E. (2006). The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. *Am J Sports Med*, 34, 445-455.
- Nielsen, J., Crone, C., & Hultbron, H. (1993). H-reflexes are smaller in dancers from The Royal Danish Ballett than in well-trained athletes. *Eur J Appl Physiol*, 66, 116-121.
- Nowacki, R., Air, M. E., & Rietveld, A. B. (2012). Hyperpronation in Dancers - Incidence and Relation to Calcaneal Angle. *Source: J Dance Med Sci*, 16(3), 126-132(127).
- Ojofeitimi, S., & Bronner, S. (2011). Injuries in a modern dance company effect of comprehensive management on injury incidence and cost. *J Dance Med Sci*, 15(3), 116-122.
- Olsen, O.-E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., & Bahr, R. (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 330, 449.
- Paillard, T., Costes-Salon, C., Lafont, C., & Dupui, P. (2002). Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists? *Br J Sports Med*, 36, 304-330.
- Pekkarinen, H., Litmanen, H., & Mahlamäki, S. (1989). Physiological profiles of young boys training in ballet. *Br J Sports Med*, 23, 245-249.
- Penrod, J., & Plastino, J. G. (2005). *The dancers prepares: Modern Dance für Beginners*. Boston, Mass.: Mcgraw Hill Book Co.
- Perrina, P., Deviternea, D., Hugela, F., & Perrota, C. (2002). Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & Posture*, 15(2), 187-194.
- Poliszczyk, T., Broda, D., & Poliszczyk, D. (2012). Changes in somatic parameters and dynamic balance in female rhythmic gymnasts over a space of two years. *Pol J Sport Tourism*, 19(4), 240-252.
- Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., & Paul, J. P. (2000). What is balance? *Clin Rehabil*, 14, 402-406.
- Postuwka, G. (1999). *Moderner Tanz und Tanzerziehung : Analyse historischer und gegenwärtiger Entwicklungstendenzen;* . Schorndorf: Hofmann.
- Radcliffe, J. R., & Farentinos, R. C. (1999). *High-powered plyometrics*. Champaign.
- Radell, S. A., Adame, D. D., Cole, S. P., & Blumenkehl, N. J. (2011). The Impact of Mirrors on Body Image and Performance in High and Low Performing Female Ballet Students. *J Dance Med Sci*, 15(3), 108-115(108).
- Rafferty, S. (2010). Considerations for Integrating Fitness into Dance Training. *Journal of Dance Medicine & Science*, 14(2), 45-49(45).
- Rahimi, R., & Behpur, N. (2005). The effects of plyometric, weight and plyometric-weight training on anaerobic power and muscular strength. *Physical Education and Sport*, 3(1), 81-91.
- Read, M. T., & Bellamy, M. J. (1990). Comparison of hamstring/quadriceps isokinetic strength ratios and power in tennis, squash and track athletes. *Br J Sports Med*, 24(3), 178-182.
- Rebel, G. (1991). *Jazz Dance für Anfänger : Stil, Technik, Unterricht* (4., unveränd. Aufl. ed.). Düsseldorf (u.a.): ECON-Taschenbuch-Verlag.

- Rebel, G. (2005). *Jazz Dance für Anfänger*. Berlin: Henschel Verlag.
- Ricotti, L. (2011). Static and dynamic balance in young athletes. *Journal of human sport and exercise*, 6(4).
- Roberts, K. J., Nelson, N. G., & McKenzie, L. (2012). Dance-Related Injuries in Children and Adolescents Treated in US Emergency Departments in 1991-2007. *J Phys Act Health, Epub ahead of print*.
- Rosenberg, C. (1995). *Handbuch für Jazz Dance*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Rosene, J. M., Fogarty, T. D., & Mahaffey, B. L. (2001). Isokinetic Hamstrings: Quadriceps Ratios in Intercollegiate Athletes. *J Athl Train*, 36(4), 378-383.
- Röttger, K., Mornieux, G., & Gollhofer, A. (2011). Sensomotorisches Training als Computerspiel? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 62(3), 63-68.
- Rubini, E. C., Souza, A. C., Mello, M. L., Bacurau, R. F. P., Cabral, L. F., & Farinatti, P. T. V. (2011). Immediate Effect of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Hip Adductor Flexibility in Female Ballet Dancers. *J Dance Med Sci*, 15(4), 177-181(175).
- Ruemper, A., & Watkins, K. (2012). Correlations Between General Joint Hypermobility and Joint Hypermobility Syndrome and Injury in Contemporary Dance Students. *J Dance Med Sci*, 16(4), 161-166(166).
- Ryan, E. D. (1963). Relative academic achievement and stabilometer performance. *Research Quarterly*, 34(2), 185-190.
- Sachse, J. (2004). Die Formen der Hypermobilität und ihre klinische Einordnung. *Manuelle Medizin*, 42, 27-32.
- Schabert, K. (1983). *Jazzdance: Technik, Improvisation, Gestaltung, Choreographie*. München: BLV Verlag-Ges.
- Schabert, K. (1988). *Richtig Jazz Dance : Technik, Improvisation, Gestaltung*. München (u.a.): BLV-Verl.-Ges.
- Schantz, P. G., & Astrand, P. O. (1984). Physiological characteristics of classical ballett. *Med Sci Sports Exerc*, 16, 472-476.
- Scheid, V., & Prohl, R. (2009). *Trainingslehre*. Wiebelsheim: Limpert.
- Schmidtbleicher, D. (1980). *Maximalkraft und Bewegungsschnelligkeit*. Bad Homburg v.d.H.: Limpert.
- Schmidtbleicher, D., & Gollhofer, A. (1982). Neuromuskuläre Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Tiefsprungtraining. *Leistungssport*, 12, 298-307.
- Schnabel, G., Harre, H.-D., Krug, J., & Kaeubler, W.-D. (2014). *Trainingslehre - Trainingswissenschaft : Leistung - Training - Wettkampf*. Aachen [u.a.] Meyer & Meyer.
- Schnabel, G., Harre, H.-D., & Krug, J. H. (2011). *Trainingslehre - Trainingswissenschaft : Leistung, Training, Wettkampf* (2. aktualisierte Aufl. ed.). Aachen: Meyer & Meyer.
- Schwabowski, R., Brzank, R., & Nicklas, I. (1992). *Rhythmische Sportgymnastik: Leistung, Technik, Methodik*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Schwesig, R., Scholz, K., Kreutzfeldt, A., Müller, K., & Becker, S. (2004). Sensomotorisches Training auf dem Minitrampolin; Rückenschmerzprävention auf dem Minitrampolin im Rahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung im Gesundheitswesen. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 20, 42-51.
- Scoppa, F., Capraa, R., Gallaminia, M., & Shiffera, R. (2012). Clinical stabilometry standardization: Basic definitions – Acquisition interval – Sampling frequency. *Gait & Posture*.

- Seidel, M. (2009). Hypermobilität. *Musikphysiologie und Musikermedizin*, 16(3), 167-175.
- Seidler, R. (2011). Professioneller Tanz - Häufige Verletzungen am Fuß bei Bühnentänzern. *Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 8.
- Shah, S., Weiss, D. S., & Burchette, R. J. (2012). Injuries in professional modern dancers: incidence, risk factors, and management. *J Dance Med Sci*, 16(1), 17-25.
- Shick, J., Stoner, L. J., & Jette, N. (1983). Relationship between modern-dance experience and balancing performance. *Res Quart Exerc Sport*, 54, 79-82.
- Simmel, L. (2009). *Tanzmedizin in der Praxis: Anatomie, Prävention, Trainingstipps*. Leipzig: Henschel.
- Simmons, R. W. (2005a). Neuromuscular responses of trained ballet dancers to postural perturbations. *Int J Neuroscience*, 115(8), 1193-1203.
- Simmons, R. W. (2005b). Sensory organization determinants of postural stability in trained ballet dancers. *Int J Neuroscience*, 115(1), 87-97.
- Stalder, M. A., Noble, B. J., & Wilkinson, J. G. (1990). The Effects of Supplemental Weight Training for Ballet Dance. *J Strength Cond Res*, 4(3), 95-102.
- Steinberg, N., HersHKovitz, I., Peleg, S., Dar, G., Masharawi, Y., Heim, M., et al. (2006). Range of joint movement in female dancers and nondancers aged 8 to 16 years - Anatomical and clinical implications. *Am J Sports Med*, 34(5).
- Stokić, E., Srdić, B., & Barak, O. (2005). Body mass index, body fat mass and the occurrence of amenorrhea in ballet dancers. *Gynecol Endocrinol*, 20(4), 195-199.
- Stüber, W. J. (1984). *Geschichte des Modern Dance: zur Selbsterfahrung und Körperaneignung im modernen Tanztheater*. Wilhelmshafen: Heinrichshofen.
- Taube, W., Gruber, M., Beck, S., Faist, M., Gollhofer, A., & Schubert, M. (2007). Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and corticospinal activation. *Acta Physiol (Oxf)*, 189(4), 347-358.
- Taube, W., Gruber, M., & Gollhofer, A. (2008). Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. *Acta Physiol*, 193(2), 101-116.
- Taube, W., Leukel, C., Lauber, B., & Gollhofer, A. (2011). The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training. *Scand J Med Sci Sports*.
- Toumi, H., Best, T. M., Martin, A., & Poumarat, G. (2004). Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. *Med Sci Sports Exerc*, 36(9), 1580-1588.
- Traguth, F. (1992). *Modern jazz dance*. Wilhelmshafen: Noetzel, Heinrichshofen-Bücher.
- Traguth, F. (1994). *Modern jazz dance / 2 / Raum, Form, Bewegung*. Wilhelmshafen: Noetzel, Heinrichshofen-Bücher.
- Trepman, E., Gellman, R. E., Micheli, L. J., & De Luca, C. J. (1998). Electromyographic analysis of grand-plié in ballet and modern dancers. *Med Sci Sports Exerc*, 30(12), 1708-1720.
- Trepman, E., Gellman, R. E., Solomon, R., Murthy, K. R., Micheli, L. J., & De Luca, C. J. (1994). Electromyographic analysis of standing posture and demi-plié in ballet and modern dancers. *Med Sci Sports Exerc*, 26(6), 771-782.

- Turbanski, S., & Schmidtbleicher, D. (2010). Posturale Kontrolle als situationsabhängige Fertigkeit. *Sportverletz Sportschaden*, 24(3), 123-128.
- Twitchett, E., Koutedakis, Y., & Wyon, M. (2009). Physiological fitness and professional classical ballet performance: A brief review. *J Strength Cond Res*, 23(9).
- Twitchett, E. A. (2009). *Physiological demands of performance in Classical Ballet and their relationships with injury and aesthetic components*. University of Wolverhampton.
- Verhagen, E. A., Van der Beek, A. J., Bouter, L. M., Bahr, R. M., & Van Mechelen, W. (2004). A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *Br J Sports Med*, 38, 477-481.
- Weineck, J. (2010). *Optimales Training: leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. Balingen.
- Wessel-Therhorn, D. (2004). *Jazz Dance-Training*. Aachen [u.a.]: Meyer & Meyer.
- Westblad, P., Tsai-Felländer, L., & Johansson, C. (1995). Eccentric and concentric knee extensor muscle performance in professional ballet dancers. *Clin J Sport Med*, 5(1), 48-52.
- White, S. B., Philpot, A., Green, A., & Bembien, M. G. (2004). Physiological Comparison Between Female University Ballet and Modern Dance Students. *J Dance Med Sci*, 8(1), 5-10(16).
- Wiesler, E. R., Hunter, D. M., Martin, D. F., Curl, W. W., & Hoen, H. (1996). Ankle flexibility and injury patterns in dancers. *Am J Sports Med*, 24(6), 754-757.
- Wilkerson, G. B., Colston, M. A., Short, N. I., Neal, K. L., Hoewischer, P. E., & Pixley, J. J. (2004). Neuromuscular Changes in Female Collegiate Athletes Resulting From a Plyometric Jump-Training Program. *J Athl Train*, 39(1), 17-23.
- Williams, L. R. T., & Sissons, A. C. (1984). Performance, learning and transfer of balance skill in relation to achievement level in sport. *Austr J Sci Med Sport*, 16(4), 21 - 23.
- Winter, D. A. P., Aftab E., Frank, James S. (1990). Assessment of balance control in humans. *Medical Progress through Technology*, 16.
- Wirth, K., Bob, A., Müller, S., & Schmidtbleicher, D. (2007). Vergleich verschiedener Trainingsmethoden zur Schnellkraftentwicklung. *BISp-Jahrbuch - Forschungsförderung 2006/07* 191-202.
- Wyon, M. (2010). Preparing to Perform Periodization and Dance. *J Dance Med Sci*, 14(2), 67-72(66).
- Wyon, M., Guinan, D., & Hawkey, A. (2010). Whole-body vibration training increases vertical jump height in a dance population. *J Strength Cond Res*, 24(3), 866-870.
- Wyon, M., Head, A., Sharp, C., & Redding, E. (2002). The Cardiorespiratory Responses to Modern Dance Classes: Differences Between University, Graduate, and Professional Classes. *J Dance Med Sci*, 6(2), 41-45(45).
- Wyon, M., Thacker, P., & Went, A. (2001). Psychological effects of introducing a tapering period during intensive rehearsals prior to performance in a dance company. *The Rudolf Nureyev Foundation Medical Website*, <http://www.nureyev-medical.org/node/20165> (Zugriff am 28.02.14).
- Wyon, M. A. (2005). Cardiorespiratory training for dancers. *J Dance Med Sci*, 9(1), 7-12.

- Wyon, M. A. (2012). Supplemental physical fitness training can improve the artistic elements of dance performance. *The IADMS Bulletin for Teachers*, 4(1), 7-9.
- Wyon, M. A., Allen, N., Angioi, M., Nevill, A. M., & Twitchett, E. (2006). Anthropometric factors affecting vertical jump height in ballet dancers. *J Dance Med Sci*, 10(3 & 4), 106-110.
- Wyon, M. A., Deighan, M. A., Nevill, A. M., Doherty, M., Morrison, S. L., Allen, N., et al. (2007). The cardiorespiratory, anthropometric, and performance characteristics of an international/national touring ballet company. *J Strength Cond Res*, 21(2), 389-393.
- Wyon, M. A., & Koutedakis, Y. (2013). Muscular Fatigue: considerations for dancers. *J Dance Med Sci*, 17, 77-83.
- Yannakoulia, M., Keramopoulos, A., Tsakalakos, N., & Matalas, A. L. (2000). Body composition in dancers: the bioelectrical impedance method. *Med Sci Sports Exerc*, 32, 228-234.
- Zatsiorsky, V. M. (2000). *Krafttraining - Praxis und Wissenschaft*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Zemková, E. (2011). Assessment of balance in sport: Science and reality. *Serb J Sports Sci*, 5(4), 127-139.
- Zemková, E., Kyselovicova, O., & Hamar, D. (2010). Postural sway response to rebound jumps of different duration. *Human Movement*, 11(2), 153-156.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Vertical jump in female and male basketball players--a review of observational and experimental studies. *J Sci Med/ SMA*, 13(3), 332-339.

15 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Ausgewählte Bestandteile der tänzerischen Leistung im professionellen Tanz (Koutedakis & Sharp, 1999).....	15
Abb. 1.2: Leistungsvoraussetzungen auf handlungsbezogener und Basisebene (Schnabel, et al., 2011)	17
Abb. 1.3: Spreizfähigkeit im JMD (Privatarchiv).....	21
Abb. 1.4: Leistungssystem im JMD - ohne apersonale Leistungsvoraussetzungen (LV), ohne Konstitution; in Anlehnung an Schwabowski, et al. (1992). 33	
Abb. 1.5: Ausbildungsfächer und Unterrichtseinheiten für Trainer/innen C im JMD im Bereich des DTV (DTV).....	36
Abb. 2.1: Zusammenspiel und Schnittmenge von Trainingswissenschaft, Trainingslehre und Tanzpraxis (Simmel, 2009) nach Hohmann, et al. (2007).....	42
Abb. 2.2: Inhalte von Screening-Formularen für Tänzer (Liederbach, et al., 2012)	45
Abb. 2.3: Statische Gleichgewichtsfähigkeit im Tanz am Bsp. der Arabesque (Simmel, 2009)	48
Abb. 2.4: Schematische Gliederung des motorischen Gleichgewichts modifiziert nach Fetz, (1990), S.23	50
Abb. 2.5: Hierarchische Gliederung der Erscheinungsarten der Kraft (Grosser, et al., 2012)	54
Abb. 2.6: Einflussgrößen der Sprungleistung (Killing, 2008).....	56
Abb. 2.7: Bedeutung der Sprungfähigkeit bzw. Sprungkraft im Sport und in technisch-kompositorischen Sportarten (modifiziert nach Hutchinson, et al. (1998)).....	56
Abb. 5.1: Positionierung der Probandin auf der Kraftmessplatte bei der Messung des statischen Gleichgewichts (eigene Darstellung)	69
Abb. 5.2: Positionierung der Probandin auf dem Posturomed bei der Messung des reaktiven Gleichgewichts (eigene Darstellung).....	72
Abb. 5.3: Absprung und Positionierung der Probandin auf dem Posturomed bei der Messung des proaktiven Gleichgewichts (eigene Darstellung)	74

- Abb. 5.4: Ideale Positionierung des Hebelarmes am Unterschenkel bei isometrischen/ isokinetischen Maximalkraftmessungen der Knieextensoren- bzw. Knieflexoren (Kramer, et al., 1989) 78
- Abb. 5.5: Kniewinkel 90°-170° (10° unterhalb der individuellen Streckung) bei der isometrischen und isokinetischen Maximalkraftmessung der Knieflexoren und -extensoren (links/ oben rechts); individuelle Anpassung und Festlegung der korrekten Position des Kniegelenkes zum Gerät und Einstellung des Dynamometers mithilfe des Laserpointers (unten rechts); (eigene Darstellung)..... 79
- Abb. 5.6: Isometrische und isokinetische Maximalkraftmessungen im Kniegelenk am isokinetischen Kraftmesssystem ISOMED 2000 (D&R Ferstl GmbH); (eigene Darstellung)..... 80
- Abb. 5.7: Bewegungsbereich von 90° bis zur individuellen Maximalstreckung für die isometrische und die isokinetische Messung der Maximalkraft der Plantarflexoren und Dorsalextensoren (eigene Darstellung) 83
- Abb. 5.8: Isometrische und isokinetische Maximalkraftmessungen im Sprunggelenk am isokinetischen Kraftmesssystem ISOMED 2000 (D&R Ferstl GmbH); (eigene Darstellung)..... 85
- Abb. 6.1: Weg-Zeit-Verlauf der Körperschwerpunktverschiebungen nach anterior-posterior und nach medio-lateral im Einbeinstand über 30 s bei einer Probandin der 2. BL (eigene Darstellung) 87
- Abb. 6.2: Mittelwerte und Standardabweichung des Gesamtschwankungswegs beim statischen Gleichgewicht im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung) 88
- Abb. 6.3: Mittelwerte und Standardabweichung des Schwankungswegs in medio-lateraler Richtung beim statischen Gleichgewicht im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung) 89
- Abb. 6.4: Mittelwerte und Standardabweichung des Schwankungswegs in anterior-posteriorer Richtung beim statischen Gleichgewicht im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe,

	Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)	89
Abb. 6.5:	Körperschwerpunktverschiebungen nach medio-lateral (x) und anterior-posterior (y) beim reaktiven Gleichgewicht in der Draufsicht (a) und im Zeitverlauf von 15 s (b) bei einer Probandin der 2. BL (eigene Darstellung)	90
Abb. 6.6:	Mittelwerte und Standardabweichung des Schwankungswegs in medio-lateraler Richtung beim reaktiven Gleichgewicht im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)	91
Abb. 6.7:	Mittelwerte und Standardabweichung der Sprunghöhe beim Counter Movement Jump im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe (eigene Darstellung)	93
Abb. 6.8:	Mittelwerte und Standardabweichung der Sprunghöhe beim Drop Jump aus 30 cm Höhe im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)	94
Abb. 6.9:	Mittelwerte und Standardabweichung der Bodenkontaktzeit beim Drop Jump aus 30 cm Höhe im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)	95
Abb. 6.10:	Mittelwerte und Standardabweichung des Performance-Index nach (Bruhn, et al., 2004) beim Drop Jump aus 30 cm Höhe im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)	96
Abb. 6.11:	Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isokinetischen Maximalkraft der Knieflexoren (90°-170°) im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)	97
Abb. 6.12:	Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isokinetischen Maximalkraft der Knieextensoren (90°-170°)	

im Vergleich zwischen Bundesliga, Oberliga und Kontrollgruppe, Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung)	98
Abb. 7.1: Skizzierung der Bewegungsrichtungen an der Unterstützungsfläche des Fußes im einbeinigen Stand (eigene Abb.)	105
Abb. 7.2: Turnout: Außenrotation im Hüftgelenk im Tanz (Simmel, 2009)	106
Abb. 7.3: Sprunghöhe von 10 vertikalen Sprüngen auf dem rechten Bein (leere Punkte) und dem linken Bein (ausgefüllte Punkte) bei erwachsenen, professionellen Tänzerinnen mit einjähriger Berufserfahrung (Golomer & Féry, 2001).....	116
Abb. 7.4: Anthropometrische Daten und Sprunghöhenwerte einer Ballett- Companie (Wyon, et al., 2006).....	117
Abb. 7.5: Deskriptive Statistik der Balletttänzer und der Kontrollgruppe der Studie von Westblad, et al. (1995).....	130
Abb. 7.6: Charakteristische Maximalkraftwerte (Absolutwerte) von Knieextensoren und Knieflexoren bei männlichen und weiblichen Tänzern und Sportlern; alle Werte wurden mithilfe eines isokinetischen Dynamometers bei einer Winkelgeschwindigkeit von $60^\circ/s$ erfasst (Koutedakis & Sharp, 1999)	132
Abb. 7.7: Maximalkraftwerte der Knieextensoren und Knieflexoren im Verhältnis zum Körpergewicht bei männlichen professionellen Tänzern, olympischen Bobsporlern, olympischen Ruderern und Nichtsportlern im Vergleich und bei drei verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten: $60^\circ/s$, $180^\circ/s$, $240^\circ/s$ (Koutedakis & Sharp, 1999)	133
Abb. 9.1: Überblick über den Ablauf der Studie II (eigene Darstellung).....	146
Abb. 10.1: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung des Gesamtschwankungsweges des reaktiven Gleichgewichts der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung).....	153
Abb. 10.2: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung des Schwankungsweges des reaktiven Gleichgewichts nach medio-lateral der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung).....	154

- Abb. 10.3: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung des Schwankungsweges des reaktiven Gleichgewichts nach anterior-posterior der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)..... 155
- Abb. 10.4: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der Sprunghöhe im Counter Movement Jump der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung) 156
- Abb. 10.5: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der Sprunghöhe im Drop Jump der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung) 157
- Abb. 10.6: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der Bodenkontaktzeit beim Drop Jump aus 30 cm Höhe der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung) 157
- Abb. 10.7: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isometrischen Maximalkraft der Knieextensoren (90°) der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)..... 158
- Abb. 10.8: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isokinetischen Maximalkraft der Knieextensoren (90°-170°) der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)..... 159
- Abb. 10.9: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isometrischen Maximalkraft der Plantarflexoren (90°) der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken), Signifikanz: * $p \leq 0.05$ (signifikant), ** $p \leq 0.01$ (hoch signifikant), *** $p \leq 0.001$ (höchst signifikant); (eigene Darstellung) 160
- Abb. 10.10: Mittelwertunterschiede und Standardabweichung der maximal willkürlich isokinetischen Maximalkraft der Plantarflexoren (90°-170°) der Interventions- und Kontrollgruppe im Pretest (schwarzer Balken) und Posttest (grauer Balken); (eigene Darstellung)..... 160

Abb. 11.1:	Chopart- und Lisfranc-Gelenk (http://www.halluxinfo.de/images/chopart-lisfranc-2-bilder.gif ; Zugriff am 09.09.13)	163
Abb. 11.2:	Position auf „halber Spitze“ oder relevé (demi pointe) (a: Privatarchiv; b: Huwyler, 2005).....	164
Abb. 17.1:	Ausgewählte Kennzeichen/ Beurteilungskriterien und Punktevergabe zum Ästhetik-Kompetenz-Tool nach (Angioi, Metsios, Twitchett, et al., 2009)	206
Abb. 17.2:	Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der Messung des statischen Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg) mithilfe von Cronbachs Alpha	225
Abb. 17.3:	Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der Messung des reaktiven Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg) mithilfe von Cronbachs Alpha	226
Abb. 17.4:	Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der Messung des proaktiven Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg) mithilfe von Cronbachs Alpha	227
Abb. 17.5:	Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der Sprungkraftmessung im Counter Movement Jump mithilfe von Cronbachs Alpha	228
Abb. 17.6:	Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der Sprungkraftmessung im Drop Jump mithilfe von Cronbachs Alpha...	229
Abb. 17.7:	Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isometrischen Maximalkraftmessung der Kniestreckmuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha	230
Abb. 17.8:	Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isokinetischen Maximalkraftmessung der Kniebeugemuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha	231
Abb. 17.9:	Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isokinetischen Maximalkraftmessung der Kniestreckmuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha	232
Abb. 17.10:	Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isometrischen Maximalkraftmessung der Fußstreckmuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha	233

Abb. 17.11: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isokinetischen Maximalkraftmessung der Fußstreckmuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha	234
Abb. 17.12: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isokinetischen Maximalkraftmessung der Fußbeugemuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha	235
Abb. 18.1: einbeinige Kraft- und Gleichgewichtsübungen auf instabilem Untergrund mit in der Hüfte ausgedrehten Beinen	259
Abb. 18.2: beidbeinige CMJ auf stabilem und instabilem Untergrund.....	259
Abb. 18.3: Treppentraining	259
Abb. 18.4: abwechselnd beidbeinige Nieder- und Hochsprünge im Parcours	260
Abb. 18.5: Kastenübersteiger	260
Abb. 18.6: Kastenaufsteiger mit Knielift	260
Abb. 18.7: tänzerische Sprünge im Raum	260

16 Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1: Ausgesuchte Formationen für die Videoanalyse mit Platzierungen und Dauer des Tanzes (Deutsche Meisterschaften 2007-2013) (Erwachsene, ca. 18-30 Jahre); MW: Mittelwert.....	11
Tab. 1.2: Zusammenfassung der Ergebnisse der Videoanalyse aller sechs untersuchten Formationen von 2007-2013.....	12
Tab. 1.3: Stundenaufbau im Jazzdance nach Wessel-Therhorn (2004).....	34
Tab. 1.4: Jahreseinteilung im JMD (in Anlehnung an Frey & Hildenbrandt, 2002 und Schnabel, et al., 2011); Anm.: die einzelnen Teilbereiche gehen z.T. fließend ineinander über, die Trennung dient hier der besseren Übersichtlichkeit	40
Tab. 2.1: Arten des Körpergleichgewichts (modifiziert nach Hirtz, et al., 2005).....	49
Tab. 2.2: Muskuläre Aktionsformen (Hohmann, et al., 2007) nach Knuttgen & Komi (1994).....	54
Tab. 5.1: Probandendaten Studie I (BL: Bundesliga, OL: Oberliga, KG: Kontrollgruppe); Mittelwert \pm Standardabweichung	65
Tab. 5.2: Beschreibung der zu untersuchenden Leistungsfaktoren und entsprechenden Parameter für die Studie I	66
Tab. 5.3: Messablauf Studie I (Dauer der gesamten Messung: ca. 1,5 h).....	67
Tab. 5.4: Irrtumswahrscheinlichkeit, Bedeutung und Symbolisierung modifiziert nach Bühl (2008).....	86
Tab. 6.1: Deskriptive Statistik zum statischen und dynamischen Gleichgewicht für Bundesliga (BL), Oberliga (OL) und KG (Kontrollgruppe).....	92
Tab. 6.2: Deskriptive Statistik zur Sprungkraft für Bundesliga (BL), Oberliga (OL) und Kontrollgruppe (KG); CMJ: Counter Movement Jump, DJ: Drop Jump	96
Tab. 6.3: Deskriptive Statistik zur Isometrischen Maximalkraftmessung im Kniegelenk für Bundesliga (BL), Oberliga (OL) und KG (Kontrollgruppe) in Relation zum Körpergewicht.....	98
Tab. 6.4: Deskriptive Statistik zur Isometrischen Maximalkraftmessung im Sprunggelenk für Bundesliga (BL), Oberliga (OL) und KG (Kontrollgruppe) in Relation zum Körpergewicht.....	99

Tab. 7.1: CMJ-Sprunghöhe und Probandendaten, Mittelwert \pm Standardabweichung - Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit den Ergebnissen von Wyon, et al. (2010)	115
Tab. 7.2: DJ-Sprunghöhe, BKZ und Probandendaten, Mittelwert \pm Standardabweichung - Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit den Ergebnissen von Taube, et al (2011);.....	123
Tab. 9.1: Probandendaten Studie II - Interventionsgruppe (pre, post) und Kontrollgruppe (pre, post); Mittelwert \pm Standardabweichung; Abk. KH: Körperhöhe.....	146
Tab. 9.2: Beschreibung der zu untersuchenden Leistungsfaktoren und entsprechenden Parameter für die Studie II	147
Tab. 9.3: Trainingsprotokoll der Intervention über 8 Wochen mit Trainingsinhalten, Wiederholungszahlen und spezifischen Hinweisen	149
Tab. 10.1: Entwicklung des Schwankungsweges des reaktiven Gleichgewichts zwischen Pre- und Posttest für die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe	154
Tab. 10.2: Entwicklung der Sprungkraftparameter zwischen Pre- und Posttest für die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe	156
Tab. 10.3: Entwicklung der Maximalkraft der Knieextensoren und -flexoren zwischen Pre- und Posttest in Relation zum Körpergewicht für die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe	158
Tab. 10.4: Entwicklung der Maximalkraft der Fußextensoren und -flexoren zwischen Pre- und Posttest in Relation zum Körpergewicht für die Kontrollgruppe und die Interventionsgruppe	161
Tab. 11.1: Beweglichkeitsanforderungen an den Tänzerfuß (Simmel, 2009)	163
Tab. 11.2: Gegenüberstellung der Rahmenbedingungen der vorliegenden Untersuchung und der Trainingsstudie von Brown, et al. (2007); Alter, Gewicht und Körperhöhe (KH): Mittelwert \pm Standardabweichung.....	167
Tab. 17.1: Bedeutung der Parameter-Kürzel in SPSS (gilt auch für Anhang II, Kap. 18).....	207
Tab. 17.2: Deskriptive Statistik zu den Probandendaten der Studie I.....	208
Tab. 17.3: Deskriptive Statistik aller Parameter der Bundesliga (Studie I)	208
Tab. 17.4: Deskriptive Statistik aller Parameter der Oberliga (Studie I).....	209
Tab. 17.5: Deskriptive Statistik aller Parameter der Kontrollgruppe (Studie I)...	209

Tab. 17.6:	Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) aller Parameter der Bundesliga (Studie I)	210
Tab. 17.7:	Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) aller Parameter der Oberliga (Studie I).....	212
Tab. 17.8:	Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) aller Parameter der Kontrollgruppe (Studie I).....	214
Tab. 17.9:	Einfaktorielle ANOVA Deskriptive Statistik Studie I (Isometrik: Absolutwerte).....	216
Tab. 17.10:	Levene-Test auf Homogenität der Varianzen Studie I (Isometrik: Absolutwerte).....	217
Tab. 17.11:	Einfaktorielle ANOVA Studie I (Isometrik: Absolutwerte).....	217
Tab. 17.12:	Post-Hoc-Test Mehrfachvergleiche Studie I (Isometrik: Absolutwerte)	218
Tab. 17.13:	Einfaktorielle ANOVA Deskriptive Statistik Isometrik-Werte in Relation zum Körpergewicht (Studie I)	222
Tab. 17.14:	Levene-Test auf Homogenität der Varianzen, Isometrik-Werte in Relation zum Körpergewicht (Studie I)	222
Tab. 17.15:	Einfaktorielle ANOVA Isometrik-Werte in Relation zum Körpergewicht (Studie I).....	222
Tab. 17.16:	Post-Hoc-Test Mehrfachvergleiche, Isometrik-Werte in Relation zum Körpergewicht (Studie I)	223
Tab. 17.17:	Korrelationskoeffizient nach Person für die Messung des statischen Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg)	236
Tab. 17.18:	Korrelationskoeffizient nach Person für die Messung des reaktiven Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg)	236
Tab. 17.19:	Korrelationskoeffizient nach Person für die Messung des proaktiven Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg)	236
Tab. 17.20:	Korrelationskoeffizient nach Person für die Sprungkraftmessung im Counter Movement Jump (CMJ).....	237
Tab. 17.21:	Korrelationskoeffizient nach Person für die Sprungkraftmessung im Drop Jump	237
Tab. 17.22:	Korrelationskoeffizient nach Person für die Messung der Bodenkontaktzeit (BKZ) im Drop Jump	237

Tab. 17.23:	Korrelationskoeffizient nach Person für die isometrische Maximalkraftmessung der Kniestreckmuskulatur	237
Tab. 17.24:	Korrelationskoeffizient nach Person für die isokinetische Maximalkraftmessung der Kniebeugemuskulatur	238
Tab. 17.25:	Korrelationskoeffizient nach Person für die isokinetische Maximalkraftmessung der Kniestreckmuskulatur	238
Tab. 17.26:	Korrelationskoeffizient nach Person für die isometrische Maximalkraftmessung der Fußstreckmuskulatur	238
Tab. 17.27:	Korrelationskoeffizient nach Person für die isokinetische Maximalkraftmessung der Fußstreckmuskulatur	239
Tab. 17.28:	Korrelationskoeffizient nach Person für die isokinetische Maximalkraftmessung der Fußbeugemuskulatur	239
Tab. 17.29:	Pearson-Korrelation aller Parameter der drei Probandengruppen (N= 40) der Studie I gesamt (Excel-Tabelle exportiert aus SPSS)	240
Tab. 18.1:	Deskriptive Statistik zu den Probandendaten der Interventionsgruppe aus Pretest und Posttest, Studie II	241
Tab. 18.2:	Deskriptive Statistik zu den Probandendaten der Kontrollgruppe aus Pretest und Posttest, Studie II	241
Tab. 18.3:	Deskriptive Statistik aller Parameter von Interventionsgruppe (IG) und Kontrollgruppe (KG) aus dem Pretest, Studie II	241
Tab. 18.4:	t-Test auf Mittelwertunterschiede bei unabhängigen Stichproben zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe im Pretest, Studie II.	242
Tab. 18.5:	t-Test auf Mittelwertunterschiede bei unabhängigen Stichproben zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe im Pretest (Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht), Studie II	243
Tab. 18.6:	Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) aller Parameter der Interventionsgruppe im Pre- und Posttest, Studie II	244
Tab. 18.7:	Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) aller Parameter der Kontrollgruppe im Pre- und Posttest, Studie II	246
Tab. 18.8:	Deskriptive Statistik aller Parameter von Interventionsgruppe (IG) und Kontrollgruppe (KG) aus dem Posttest, Studie II	248
Tab. 18.9:	Einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung (Vergleich Pretest und Posttest der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe), Studie II (Isometrik: Werte in Relation zum Körpergewicht).....	249

Tab. 18.10: t-Test auf Mittelwertunterschiede bei verbundenen Stichproben (Vergleich Pretest und Posttest der Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht der Interventionsgruppe), Studie II)	254
Tab. 18.11: t-Test auf Mittelwertunterschiede bei verbundenen Stichproben (Vergleich Pretest und Posttest der Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht der Kontrollgruppe), Studie II).....	254
Tab. 18.12: Pearson-Korrelation aller Parameter im Pre- und Posttest der Interventionsgruppe (N= 7) der Studie II gesamt (Excel-Tabelle exportiert aus SPSS).....	255
Tab. 18.13: Pearson-Korrelation aller Parameter im Pre- und Posttest der Kontrollgruppe (N= 9) der Studie II gesamt (Excel-Tabelle exportiert aus SPSS).....	257
Tab. 20.1: Videoanalyse der Formation „autre choses“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013	267
Tab. 20.2: Videoanalyse der Formation „Imagination“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013	267
Tab. 20.3: Videoanalyse der Formation „Suspense“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013	267
Tab. 20.4: Videoanalyse der Formation „J.E.T.“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013	268
Tab. 20.5: Videoanalyse der Formation „Colony of Dance“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013	268
Tab. 20.6: Videoanalyse der Formation „Fearless“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013	268
Tab. 20.7: Zusammenfassung der Ergebnisse der Videoanalyse aller sechs untersuchten Formationen von 2007-2013.....	268

17 Anhang I

Criterion	Description	Mark 1-10
1. Control of movements	Controlled landing from jump/turn, controlled lifting/lowering of limbs, controlled shifting of body weight. Core strength, alignment, posture.	1-3: Some evidence of co-ordination, movement control, and body awareness, but limited and inconsistent. 4-6: Some elements were stronger than others. 7-8: Secure general co-ordination and body alignment; generally well controlled movements. 9-10: Well co-ordinated movement and controlled work all of the time, with accurate alignment.
2. Spatial skills	Spatial awareness, accuracy and intent.	1-3: Little or no use of peripheral space; poor use of performance space. 4-6: Some good use of space, but inconsistent. Some elements stronger than others. 7-8: Good use of space about 80% of the time, with general accuracy and intent. 9-10: Secure and confident use of space, with accuracy and intent.
3. Accuracy of movements	Arm placement, feet positions, fully stretched leg extensions (if required).	1-3: Little or no precision throughout sequence. Unclear leg/arm lines. 4-6: Some precision, but inconsistent. Some elements stronger than others. 7-8: Correct positioning about 80% of the time. 9-10: Precise placing with well articulated gestures of limbs.
4. Technique	Elevation, turning and falling techniques, height of extensions, balance, posture, placement, articulation.	1-3: Little or no evidence of high technical skill in any element. 4-6: Some skill in some elements, general virtuosity achieved. 7-8: Good virtuosity shown about 80% of the time. 9-10: A stunning performance showing virtuosity and skill throughout.
5. Dynamics, timing and rhythmical accuracy	Dancing with correct timing and ability to perceive movement and rhythmic patterns. Showing awareness for changes in musical dynamics and phrasing.	1-3: Little or no ability to perform and respond in time to the music. Little or no dynamic qualities. 4-6: Performed in time for over half of the sequence, with some ability to respond to different rhythms and dynamics of movement. 7-8: Timing was accurate for most of the sequence, and response to varying rhythms was shown. General good use of dynamics. Good sense of musicality. 9-10: Timing was accurate throughout, with very good response to various rhythms, dynamics and phrases.
6. Performance qualities	Ability to execute the work for an audience. Presence, expressiveness, memory recall.	1-3: Few or no performance qualities were shown. Poor memory recall. 4-6: Some performance qualities were shown. Generally good memory recall. 7-8: Strong expressive qualities and memory recall about 80% of the time. 9-10: Excellent and well developed projection of a range of expressions, feelings and emotions. Mature approach, with understanding of motivation for the movement.
7. Overall performance	Does the performance overall impress markers?	1-3: Dancer made little impression on the audience. 4-6: Dancer not at full potential yet, OR strong work but lacking ability to impress overall. 7-8: Dancer has the ability to shine, but was hindered by minor aspects of performance. 9-10: Impressive!

Abb. 17.1: Ausgewählte Kennzeichen/ Beurteilungskriterien und Punktevergabe zum Ästhetik-Kompetenz-Tool nach (Angioi, Metsios, Twitchett, et al., 2009)

Tab. 17.1: Bedeutung der Parameter-Kürzel in SPSS (gilt auch für Anhang II, Kap. 18)

Gstmw	Statisches Gleichgewicht, Mittelwert Gesamtschwankungsweg
Gstmw_x	Statisches Gleichgewicht, Mittelwert Schwankungsweg medio-lateral
Gstmw_y	Statisches Gleichgewicht, Mittelwert Schwankungsweg anterior-posterior
Gdreamw	Reaktives Gleichgewicht, Mittelwert Gesamtschwankungsweg
Gdreamw_x	Reaktives Gleichgewicht, Mittelwert Schwankungsweg medio-lateral
Gdreamw_y	Reaktives Gleichgewicht, Mittelwert Schwankungsweg anterior-posterior
Gdpromw	Proaktives Gleichgewicht, Mittelwert Gesamtschwankungsweg
Gdpromw_x	Proaktives Gleichgewicht, Mittelwert Schwankungsweg medio-lateral
Gdpromw_y	Proaktives Gleichgewicht, Mittelwert Schwankungsweg anterior-posterior
CMJmax	Counter Movement Jump, Bestwert
Dropmax	Drop Jump, Bestwert
DropBKZmin	Bodenkontaktzeit Drop Jump, Bestwert
PerformanceInd	Performance Index Drop Jump, Bestwert
IsomKnieamax	Isometrische Maximalkraft Knieextension 90°, Bestwert
IsokinKnieFlexmax	Isokinetische Maximalkraft Knieflexion 90°-170°, Bestwert
IsokinKnieExtmax	Isokinetische Maximalkraft Knieextension 90°-170°, Bestwert
IsomFussmax	Isometrische Maximalkraft Plantarflexion 90°, Bestwert
IsokinFussPlantmax	Isokinetische Maximalkraft Plantarflexion 90°-170°, Bestwert
IsokinFussDorsmax	Isokinetische Maximalkraft Dorsalextension 90°-170°, Bestwert
IsomKnieRelmax	Isometrische Maximalkraft Knieextension 90°, Bestwert in Relation zum Körpergewicht
IsokinKnieFlexRelmax	Isokinetische Maximalkraft Knieflexion 90°-170°, Bestwert in Relation zum Körpergewicht
IsokinKnieExtRelmax	Isokinetische Maximalkraft Knieextension 90°-170°, Bestwert in Relation zum Körpergewicht
IsomFussRelmax	Isometrische Maximalkraft Plantarflexion 90°, Bestwert in Relation zum Körpergewicht
IsokinFussPlantRelmax	Isokinetische Maximalkraft Plantarflexion 90°-170°, Bestwert in Relation zum Körpergewicht
IsokinFussDorsRelmax	Isokinetische Maximalkraft Dorsalextension 90°-170°, Bestwert in Relation zum Körpergewicht

→ **Hinweis:** Der Anhang „Post“ an alle Parameter-Kürzel in Studie II (Kap. 18) steht für den zweiten Messtermin desselben Parameters, z.B.: „IsokinKnieFlexRelmax“ (Messtermin 1) und „IsokinKnieFlexRelmaxPost“ (Messtermin 2)

Tab. 17.2: Deskriptive Statistik zu den Probandendaten der Studie I

Gruppe		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Bundesliga	Alter	15	21	30	25,13	2,774
	KH	15	161	174	167,40	4,388
	Gewicht	15	49,76	64,65	56,3607	4,43215
	BMI	15	18,10	23,00	20,6333	1,26811
	Gültige Werte (Listenweise)	15				
Oberliga	Alter	13	20	30	25,77	3,004
	KH	13	152	178	167,08	7,354
	Gewicht	13	49,21	74,42	63,4454	8,11015
	BMI	13	20,10	27,70	22,6692	1,97543
	Gültige Werte (Listenweise)	13				
Kontrollgruppe	Alter	12	19	23	21,08	1,165
	KH	12	158	178	167,17	6,726
	Gewicht	12	48,60	66,60	58,0725	5,16097
	BMI	12	19,20	23,00	20,7750	1,18254
	Gültige Werte (Listenweise)	12				

Tab. 17.3: Deskriptive Statistik aller Parameter der Bundesliga (Studie I)

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Gstmw	15	529,5733	139,07031	330,60	770,70
Gstmw_x	15	404,6140	124,37952	224,93	606,48
Gstmw_y	15	263,9753	52,67196	167,93	361,08
Gdreamw	13	57,6099	15,85812	36,79	90,05
Gdreamw_x	13	47,4134	12,84685	28,63	68,79
Gdreamw_y	13	22,8848	9,66965	10,66	44,09
Gdpromw	14	65,1796	12,98043	39,77	82,44
Gdpromw_x	14	40,2105	9,66453	23,47	58,39
Gdpromw_y	14	41,0786	9,41507	26,85	56,55
CMJmax	15	28,8133	4,51361	22,30	37,90
Dropmax	15	19,7867	5,86197	6,80	30,20
DropBKZmin	15	,1695	,01641	,14	,19
Performancelnd	15	1,1260	,40592	,44	1,78
IsomKniemax	15	149,73	23,903	103	202
IsokinKnieFlexmax	15	78,80	13,359	60	111
IsokinKnieExtmax	15	155,27	16,662	129	186
IsomFussmax	15	161,00	24,630	117	201
IsokinFussPlantmax	14	121,00	20,629	82	153
IsokinFussDorsmax	14	22,07	5,210	15	33
Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
IsomKnieRelmax	15	2,6720	,47645	1,81	3,48
IsokinKnieFlexRelmax	15	1,4000	,22897	1,02	1,91
IsokinKnieExtRelmax	15	2,7580	,24762	2,44	3,21
IsomFussRelmax	14	2,8557	,45324	2,06	3,54
IsokinFussPlantRelmax	14	2,1407	,34673	1,63	2,69
IsokinFussDorsRelmax	14	,3929	,09895	,25	,57

a. Gruppe = Bundesliga

Tab. 17.4: Deskriptive Statistik aller Parameter der Oberliga (Studie I)

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Gstmw	13	782,0685	223,87124	432,70	1289,50
Gstmw_x	13	627,7969	183,59611	330,20	1041,76
Gstmw_y	13	351,8977	103,36824	215,12	569,46
Gdreamw	13	76,6546	21,86766	47,66	122,04
Gdreamw_x	13	65,2283	19,63911	41,58	108,67
Gdreamw_y	13	29,2385	9,44943	14,78	42,21
Gdpromw	13	74,3810	17,26643	50,44	117,15
Gdpromw_x	13	47,1567	12,87080	29,91	77,92
Gdpromw_y	13	46,3833	10,40301	28,30	67,15
CMJmax	13	24,9769	3,28637	19,60	31,10
Dropmax	13	17,3154	3,75629	8,50	25,90
DropBKZmin	13	,1991	,02480	,15	,24
Performancelnd	13	,8131	,19375	,41	1,05
IsomKniemax	13	157,92	33,767	100	202
IsokinKnieFlexmax	13	79,38	10,997	57	94
IsokinKnieExtmax	13	150,08	20,077	117	178
IsomFussmax	13	157,62	41,424	61	199
IsokinFussPlantmax	13	126,00	18,628	76	148
IsokinFussDorsmax	13	23,23	5,525	15	31
Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
IsomKnieRelmax	13	2,5038	,57218	1,86	3,81
IsokinKnieFlexRelmax	13	1,2546	,12080	1,05	1,54
IsokinKnieExtRelmax	13	2,3885	,38024	1,86	3,15
IsomFussRelmax	13	2,5069	,71553	,97	3,79
IsokinFussPlantRelmax	13	1,9977	,30398	1,54	2,52
IsokinFussDorsRelmax	13	,3646	,07891	,29	,51

a. Gruppe = Oberliga

Tab. 17.5: Deskriptive Statistik aller Parameter der Kontrollgruppe (Studie I)

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Gstmw	12	743,8292	215,13207	374,61	1097,80
Gstmw_x	12	601,9400	189,99463	280,78	943,98
Gstmw_y	12	325,0883	92,07257	193,92	504,09
Gdreamw	12	71,2759	21,99539	41,12	112,16
Gdreamw_x	12	60,9690	18,57276	36,74	99,63
Gdreamw_y	12	25,5499	11,40240	12,19	51,51
Gdpromw	12	78,4702	21,14846	36,99	106,74
Gdpromw_x	12	51,5828	17,42447	21,93	74,93
Gdpromw_y	12	46,6840	10,73778	23,94	58,99
CMJmax	12	28,7167	2,58170	24,20	33,20
Dropmax	12	23,0917	5,72260	15,00	34,20
DropBKZmin	12	,1763	,02431	,14	,21
Performancelnd	12	1,2758	,34953	,83	1,99
IsomKniemax	12	157,67	23,519	121	192
IsokinKnieFlexmax	12	84,42	11,524	66	102
IsokinKnieExtmax	12	154,08	17,048	133	195
IsomFussmax	12	151,67	36,112	67	202
IsokinFussPlantmax	12	124,92	21,500	100	163
IsokinFussDorsmax	12	27,33	10,990	16	57
Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum

IsomKnieRelmax	12	2,7100	,27860	2,32	3,20
IsokinKnieFlexRelmax	12	1,4517	,12705	1,25	1,73
IsokinKnieExtRelmax	12	2,6558	,19884	2,33	2,93
IsomFussRelmax	12	2,6192	,60758	1,18	3,34
IsokinFussPlantRelmax	12	2,1592	,36850	1,63	2,82
IsokinFussDorsRelmax	12	,4667	,16411	,26	,91

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Tab. 17.6: Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) aller Parameter der Bundesliga (Studie I)

			Gstmw	Gstmw_x	Gstmw_y
N			15	15	15
Parameter	der	Mittelwert	529,5733	404,6140	263,9753
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	139,07031	124,37952	52,67196
Extremste Differenzen		Absolut	,212	,188	,121
		Positiv	,212	,188	,121
		Negativ	-,120	-,133	-,078
Kolmogorov-Smirnov-Z		,823	,730	,468	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,508	,661	,981	
			Gdreamw	Gdreamw_x	Gdreamw_y
N			13	13	13
Parameter	der	Mittelwert	57,6099	47,4134	22,8848
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	15,85812	12,84685	9,66965
Extremste Differenzen		Absolut	,197	,159	,254
		Positiv	,197	,159	,254
		Negativ	-,095	-,095	-,115
Kolmogorov-Smirnov-Z		,709	,574	,915	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,697	,897	,373	
			Gdpromw	Gdpromw_x	Gdpromw_y
N			14	14	14
Parameter	der	Mittelwert	65,1796	40,2105	41,0786
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	12,98043	9,66453	9,41507
Extremste Differenzen		Absolut	,141	,143	,153
		Positiv	,092	,143	,117
		Negativ	-,141	-,136	-,153
Kolmogorov-Smirnov-Z		,529	,536	,574	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,942	,936	,897	
			CMJmax	Dropmax	DropBKZmin
N			15	15	15
Parameter	der	Mittelwert	28,8133	19,7867	,1695
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	4,51361	5,86197	,01641
Extremste Differenzen		Absolut	,128	,120	,177
		Positiv	,128	,098	,160
		Negativ	-,098	-,120	-,177
Kolmogorov-Smirnov-Z		,494	,466	,687	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,967	,982	,732	
			PerformanceInd	IsomKniemax	IsokinKnieFlexmax
N			15	15	15
Parameter	der	Mittelwert	1,1260	149,73	78,80
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	,40592	23,903	13,359
Extremste Differenzen		Absolut	,192	,146	,183
		Positiv	,192	,146	,183
		Negativ	-,114	-,104	-,102
Kolmogorov-Smirnov-Z		,744	,564	,709	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,638	,909	,697	
			IsokinKnieExtmax		
N			15		
Parameter	der	Mittelwert	155,27		
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	16,662		
Extremste Differenzen		Absolut	,140		
		Positiv	,134		
		Negativ	-,140		
Kolmogorov-Smirnov-Z		,543			
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,929			
			IsomFussmax		IsokinFussPlantmax
N			14		14
Parameter	der	Mittelwert	161,00		121,00
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	24,630		20,629

Extremste Differenzen	Absolut	,102	,133
	Positiv	,102	,133
	Negativ	-,086	-,108
Kolmogorov-Smirnov-Z		,383	,497
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,999	,966
		IsokinFussDorsmax	
N		14	
Parameter	der Mittelwert	22,07	
Normalverteilung ^{a,b}	Standardabweichung	5,210	
Extremste Differenzen	Absolut	,153	
	Positiv	,153	
	Negativ	-,114	
Kolmogorov-Smirnov-Z		,572	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,899	

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

c. Gruppe = Bundesliga

Tab. 17.7: Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) aller Parameter der Oberliga (Studie I)

			Gstmw	Gstmw_x	Gstmw_y
N			13	13	13
Parameter	der	Mittelwert	782,0685	627,7969	351,8977
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	223,87124	183,59611	103,36824
Extremste Differenzen		Absolut	,214	,177	,163
		Positiv	,214	,177	,163
		Negativ	-,152	-,144	-,093
Kolmogorov-Smirnov-Z			,773	,639	,587
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,589	,809	,881
			Gdreamw	Gdreamw_x	Gdreamw_y
N			13	13	13
Parameter	der	Mittelwert	76,6546	65,2283	29,2385
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	21,86766	19,63911	9,44943
Extremste Differenzen		Absolut	,139	,161	,179
		Positiv	,139	,161	,168
		Negativ	-,092	-,114	-,179
Kolmogorov-Smirnov-Z			,502	,579	,645
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,963	,891	,800
			Gdpromw	Gdpromw_x	Gdpromw_y
N			13	13	13
Parameter	der	Mittelwert	74,3810	47,1567	46,3833
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	17,26643	12,87080	10,40301
Extremste Differenzen		Absolut	,191	,146	,135
		Positiv	,191	,146	,129
		Negativ	-,083	-,090	-,135
Kolmogorov-Smirnov-Z			,688	,525	,486
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,731	,945	,972
			CMJmax	Dropmax	DropBKZmin
N			13	13	13
Parameter	der	Mittelwert	24,9769	17,3154	,1991
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	3,28637	3,75629	,02480
Extremste Differenzen		Absolut	,137	,250	,133
		Positiv	,137	,250	,133
		Negativ	-,074	-,236	-,121
Kolmogorov-Smirnov-Z			,493	,901	,478
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,968	,391	,976
			PerformanceInd	IsomKniemax	
N			13	13	13
Parameter	der	Mittelwert	,8131		157,92
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	,19375		33,767
Extremste Differenzen		Absolut	,134		,181
		Positiv	,111		,128
		Negativ	-,134		-,181
Kolmogorov-Smirnov-Z			,484		,654
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,973		,786
			IsokinKnieFlexmax	IsokinKnieExtmax	
N			13	13	13
Parameter	der	Mittelwert	79,38		150,08
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	10,997		20,077
Extremste Differenzen		Absolut	,123		,151
		Positiv	,098		,110
		Negativ	-,123		-,151
Kolmogorov-Smirnov-Z			,443		,545
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,989		,928
			IsomFussmax		
N					13
Parameter	der	Mittelwert			157,62
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung			41,424
Extremste Differenzen		Absolut			,196
		Positiv			,159
		Negativ			-,196
Kolmogorov-Smirnov-Z					,708
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)					,698
			IsokinFussPlantmax		
N					13
Parameter	der	Mittelwert			126,00
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung			18,628
Extremste Differenzen		Absolut			,277
		Positiv			,143
		Negativ			-,277
Kolmogorov-Smirnov-Z					1,000

			Gstmw	Gstmw_x	Gstmw_y
N			13	13	13
Parameter	der	Mittelwert	782,0685	627,7969	351,8977
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	223,87124	183,59611	103,36824
Extremste Differenzen		Absolut	,214	,177	,163
		Positiv	,214	,177	,163
		Negativ	-,152	-,144	-,093
Kolmogorov-Smirnov-Z			,773	,639	,587
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)					,270
			IsokinFussDorsmax		
N					13
Parameter	der	Mittelwert			23,23
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung			5,525
Extremste Differenzen		Absolut			,214
		Positiv			,136
		Negativ			-,214
Kolmogorov-Smirnov-Z					,772
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)					,591

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

c. Gruppe = Oberliga

Tab. 17.8: Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) aller Parameter der Kontrollgruppe (Studie I)

			Gstmw	Gstmw_x	Gstmw_y
N			12	12	12
Parameter	der	Mittelwert	743,8292	601,9400	325,0883
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	215,13207	189,99463	92,07257
Extremste Differenzen		Absolut	,110	,088	,163
		Positiv	,110	,088	,163
		Negativ	-,095	-,071	-,082
Kolmogorov-Smirnov-Z			,382	,305	,566
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,999	1,000	,906
			Gdreamw	Gdreamw_x	Gdreamw_y
N			12	12	12
Parameter	der	Mittelwert	71,2759	60,9690	25,5499
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	21,99539	18,57276	11,40240
Extremste Differenzen		Absolut	,135	,149	,147
		Positiv	,135	,149	,147
		Negativ	-,085	-,096	-,121
Kolmogorov-Smirnov-Z			,468	,516	,511
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,981	,953	,957
			Gdpromw	Gdpromw_x	Gdpromw_y
N			12	12	12
Parameter	der	Mittelwert	78,4702	51,5828	46,6840
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	21,14846	17,42447	10,73778
Extremste Differenzen		Absolut	,150	,159	,286
		Positiv	,091	,093	,126
		Negativ	-,150	-,159	-,286
Kolmogorov-Smirnov-Z			,518	,552	,991
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,951	,921	,280
			CMJmax	Dropmax	DropBKZmin
N			12	12	12
Parameter	der	Mittelwert	28,7167	23,0917	,1763
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	2,58170	5,72260	,02431
Extremste Differenzen		Absolut	,169	,152	,124
		Positiv	,169	,152	,111
		Negativ	-,090	-,098	-,124
Kolmogorov-Smirnov-Z			,586	,527	,430
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,882	,944	,993
			Performancelnd	IsomKniemax	
N			12	12	12
Parameter	der	Mittelwert	1,2758	157,67	
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	,34953	23,519	
Extremste Differenzen		Absolut	,203	,131	
		Positiv	,203	,112	
		Negativ	-,108	-,131	
Kolmogorov-Smirnov-Z			,702	,455	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,709	,986	
			IsokinKnieFlexmax	IsokinKnieExtmax	
N			12	12	12
Parameter	der	Mittelwert	84,42	154,08	
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	11,524	17,048	
Extremste Differenzen		Absolut	,113	,159	
		Positiv	,109	,159	
		Negativ	-,113	-,108	
Kolmogorov-Smirnov-Z			,390	,551	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,998	,922	
			IsomFussmax		
N					12
Parameter	der	Mittelwert			151,67
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung			36,112
Extremste Differenzen		Absolut			,174
		Positiv			,120
		Negativ			-,174
Kolmogorov-Smirnov-Z					,604
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)					,858
			IsokinFussPlantmax		
N					12
Parameter	der	Mittelwert			124,92
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung			21,500
Extremste Differenzen		Absolut			,227
		Positiv			,227
		Negativ			-,123
Kolmogorov-Smirnov-Z					,786

			Gstmw	Gstmw_x	Gstmw_y
N			12	12	12
Parameter	der	Mittelwert	743,8292	601,9400	325,0883
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	215,13207	189,99463	92,07257
Extremste Differenzen		Absolut	,110	,088	,163
		Positiv	,110	,088	,163
		Negativ	-,095	-,071	-,082
Kolmogorov-Smirnov-Z		,382	,305	,566	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)					,567
			IsokinFussDorsmax		
N					12
Parameter	der	Mittelwert			27,33
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung			10,990
Extremste Differenzen		Absolut			,237
		Positiv			,237
		Negativ			-,151
Kolmogorov-Smirnov-Z					,823
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)					,508

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

c. Gruppe = Kontrollgruppe

Tab. 17.9: Einfaktorielle ANOVA Deskriptive Statistik Studie I (Isometrik: Absolutwerte)

		N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standard- fehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Gstmw	BL	15	529,5733	139,07031	35,90780	452,5588	606,5879	330,60	770,70
	OL	13	782,0685	223,87124	62,09071	646,7844	917,3525	432,70	1289,50
	KG	12	743,8292	215,13207	62,10328	607,1408	880,5176	374,61	1097,80
	Gesamt	40	675,9110	220,97483	34,93919	605,2398	746,5822	330,60	1289,50
Gstmw_x	BL	15	404,6140	124,37952	32,11465	335,7349	473,4931	224,93	606,48
	OL	13	627,7969	183,59611	50,92040	516,8509	738,7429	330,20	1041,76
	KG	12	601,9400	189,99463	54,84672	481,2232	722,6568	280,78	943,98
	Gesamt	40	536,3462	192,07403	30,36957	474,9180	597,7745	224,93	1041,76
Gstmw_y	BL	15	263,9753	52,67196	13,59984	234,8066	293,1441	167,93	361,08
	OL	13	351,8977	103,36824	28,66919	289,4329	414,3625	215,12	569,46
	KG	12	325,0883	92,07257	26,57906	266,5882	383,5885	193,92	504,09
	Gesamt	40	310,8840	90,24279	14,26864	282,0230	339,7450	167,93	569,46
Gdreamw	BL	13	57,6099	15,85812	4,39825	48,0269	67,1929	36,79	90,05
	OL	13	76,6546	21,86766	6,06500	63,4401	89,8691	47,66	122,04
	KG	12	71,2759	21,99539	6,34952	57,3007	85,2511	41,12	112,16
	Gesamt	38	68,4408	21,16625	3,43362	61,4836	75,3979	36,79	122,04
Gdreamw_x	BL	13	47,4134	12,84685	3,56307	39,6501	55,1767	28,63	68,79
	OL	13	65,2283	19,63911	5,44691	53,3605	77,0961	41,58	108,67
	KG	12	60,9690	18,57276	5,36149	49,1685	72,7696	36,74	99,63
	Gesamt	38	57,7887	18,48561	2,99876	51,7126	63,8648	28,63	108,67
Gdreamw_y	BL	13	22,8848	9,66965	2,68188	17,0415	28,7281	10,66	44,09
	OL	13	29,2385	9,44943	2,62080	23,5283	34,9487	14,78	42,21
	KG	12	25,5499	11,40240	3,29159	18,3052	32,7947	12,19	51,51
	Gesamt	38	25,9001	10,25122	1,66297	22,5306	29,2695	10,66	51,51
Gdpromw	BL	14	65,1796	12,98043	3,46917	57,6849	72,6743	39,77	82,44
	OL	13	74,3810	17,26643	4,78885	63,9470	84,8150	50,44	117,15
	KG	12	78,4702	21,14846	6,10503	65,0331	91,9073	36,99	106,74
	Gesamt	39	72,3361	17,70421	2,83494	66,5971	78,0752	36,99	117,15
Gdpromw_x	BL	14	40,2105	9,66453	2,58295	34,6304	45,7907	23,47	58,39
	OL	13	47,1567	12,87080	3,56972	39,3789	54,9344	29,91	77,92
	KG	12	51,5828	17,42447	5,03001	40,5119	62,6538	21,93	74,93
	Gesamt	39	46,0251	13,95717	2,23494	41,5007	50,5495	21,93	77,92
Gdpromw_y	BL	14	41,0786	9,41507	2,51628	35,6425	46,5147	26,85	56,55
	OL	13	46,3833	10,40301	2,88528	40,0969	52,6698	28,30	67,15
	KG	12	46,6840	10,73778	3,09973	39,8615	53,5065	23,94	58,99
	Gesamt	39	44,5716	10,24228	1,64008	41,2514	47,8918	23,94	67,15
CMJmax	BL	15	28,8133	4,51361	1,16541	26,3138	31,3129	22,30	37,90
	OL	13	24,9769	3,28637	,91148	22,9910	26,9629	19,60	31,10
	KG	12	28,7167	2,58170	,74527	27,0763	30,3570	24,20	33,20
	Gesamt	40	27,5375	3,96935	,62761	26,2680	28,8070	19,60	37,90
Dropmax	BL	15	19,7867	5,86197	1,51355	16,5404	23,0329	6,80	30,20
	OL	13	17,3154	3,75629	1,04181	15,0455	19,5853	8,50	25,90
	KG	12	23,0917	5,72260	1,65197	19,4557	26,7276	15,00	34,20
	Gesamt	40	19,9750	5,59229	,88422	18,1865	21,7635	6,80	34,20
DropBKZmin	BL	15	,1695	,01641	,00424	,1604	,1786	,14	,19
	OL	13	,1991	,02480	,00688	,1841	,2141	,15	,24
	KG	12	,1763	,02431	,00702	,1609	,1918	,14	,21
	Gesamt	40	,1811	,02489	,00394	,1732	,1891	,14	,24
Performance Ind	BL	15	1,1260	,40592	,10481	,9012	1,3508	,44	1,78
	OL	13	,8131	,19375	,05374	,6960	,9302	,41	1,05
	KG	12	1,2758	,34953	,10090	1,0538	1,4979	,83	1,99
	Gesamt	40	1,0692	,37603	,05946	,9490	1,1895	,41	1,99
IsomKniemax	BL	15	149,73	23,903	6,172	136,50	162,97	103	202
	OL	13	157,92	33,767	9,365	137,52	178,33	100	202
	KG	12	157,67	23,519	6,789	142,72	172,61	121	192
	Gesamt	40	154,78	26,974	4,265	146,15	163,40	100	202
IsokinKnie Flexmax	BL	15	78,80	13,359	3,449	71,40	86,20	60	111
	OL	13	79,38	10,997	3,050	72,74	86,03	57	94
	KG	12	84,42	11,524	3,327	77,09	91,74	66	102
	Gesamt	40	80,68	12,039	1,904	76,82	84,53	57	111
IsokinKnieExt max	BL	15	155,27	16,662	4,302	146,04	164,49	129	186
	OL	13	150,08	20,077	5,568	137,94	162,21	117	178
	KG	12	154,08	17,048	4,921	143,25	164,92	133	195
	Gesamt	40	153,23	17,629	2,787	147,59	158,86	117	195
IsomFuss	BL	14	161,00	24,630	6,583	146,78	175,22	117	201

max	OL	13	157,62	41,424	11,489	132,58	182,65	61	199
	KG	12	151,67	36,112	10,425	128,72	174,61	67	202
	Gesamt	39	157,00	33,792	5,411	146,05	167,95	61	202
IsokinFuss Plantmax	BL	14	121,00	20,629	5,513	109,09	132,91	82	153
	OL	13	126,00	18,628	5,166	114,74	137,26	76	148
	KG	12	124,92	21,500	6,207	111,26	138,58	100	163
	Gesamt	39	123,87	19,847	3,178	117,44	130,31	76	163
IsokinFuss Dorsmax	BL	14	22,07	5,210	1,393	19,06	25,08	15	33
	OL	13	23,23	5,525	1,532	19,89	26,57	15	31
	KG	12	27,33	10,990	3,173	20,35	34,32	16	57
	Gesamt	39	24,08	7,679	1,230	21,59	26,57	15	57

Tab. 17.10: Levene-Test auf Homogenität der Varianzen Studie I (Isometrik: Absolutwerte)

	Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
Gstmw	1,227	2	37	,305
Gstmw_x	,954	2	37	,394
Gstmw_y	2,091	2	37	,138
Gdreamw	,800	2	35	,457
Gdreamw_x	1,083	2	35	,350
Gdreamw_y	,393	2	35	,678
Gdpromw	1,358	2	36	,270
Gdpromw_x	3,418	2	36	,044
Gdpromw_y	,075	2	36	,928
CMJmax	2,143	2	37	,132
Dropmax	1,695	2	37	,198
DropBKZmin	,874	2	37	,426
Performancelnd	4,247	2	37	,022
IsomKniemax	1,250	2	37	,298
IsokinKnieFlexmax	,318	2	37	,730
IsokinKnieExtmax	,388	2	37	,681
IsomFussmax	,883	2	36	,422
IsokinFussPlantmax	1,021	2	36	,371
IsokinFussDorsmax	1,929	2	36	,160

Tab. 17.11: Einfaktorielle ANOVA Studie I (Isometrik: Absolutwerte)

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Gstmw	Zwischen den Gruppen	523077,505	2	261538,752	7,006	,003
	Innerhalb der Gruppen	1381287,567	37	37332,096		
	Gesamt	1904365,072	39			
Gstmw_x	Zwischen den Gruppen	420653,199	2	210326,599	7,643	,002
	Innerhalb der Gruppen	1018151,626	37	27517,612		
	Gesamt	1438804,825	39			
Gstmw_y	Zwischen den Gruppen	57295,101	2	28647,550	4,072	,025
	Innerhalb der Gruppen	260311,570	37	7035,448		
	Gesamt	317606,670	39			
Gdreamw	Zwischen den Gruppen	2498,516	2	1249,258	3,106	,057
	Innerhalb der Gruppen	14077,860	35	402,225		
	Gesamt	16576,375	37			
Gdreamw_x	Zwischen den Gruppen	2240,302	2	1120,151	3,769	,033
	Innerhalb der Gruppen	10403,257	35	297,236		
	Gesamt	12643,559	37			

Gdreamw_y	Zwischen den Gruppen	264,550	2	132,275	1,278	,291
	Innerhalb der Gruppen	3623,689	35	103,534		
	Gesamt	3888,239	37			
Gdpromw	Zwischen den Gruppen	1222,899	2	611,450	2,060	,142
	Innerhalb der Gruppen	10687,779	36	296,883		
	Gesamt	11910,678	38			
Gdpromw_x	Zwischen den Gruppen	860,633	2	430,317	2,368	,108
	Innerhalb der Gruppen	6541,865	36	181,718		
	Gesamt	7402,498	38			
Gdpromw_y	Zwischen den Gruppen	267,029	2	133,514	1,292	,287
	Innerhalb der Gruppen	3719,335	36	103,315		
	Gesamt	3986,364	38			
CMJmax	Zwischen den Gruppen	126,337	2	63,168	4,788	,014
	Innerhalb der Gruppen	488,137	37	13,193		
	Gesamt	614,474	39			
Dropmax	Zwischen den Gruppen	209,052	2	104,526	3,827	,031
	Innerhalb der Gruppen	1010,623	37	27,314		
	Gesamt	1219,675	39			
DropBKZmin	Zwischen den Gruppen	,007	2	,003	6,815	,003
	Innerhalb der Gruppen	,018	37	,000		
	Gesamt	,024	39			
Performancelnd	Zwischen den Gruppen	1,414	2	,707	6,376	,004
	Innerhalb der Gruppen	4,101	37	,111		
	Gesamt	5,515	39			
IsomKniemax	Zwischen den Gruppen	610,452	2	305,226	,407	,669
	Innerhalb der Gruppen	27766,523	37	750,447		
	Gesamt	28376,975	39			
IsokinKnieFlexmax	Zwischen den Gruppen	242,381	2	121,191	,829	,445
	Innerhalb der Gruppen	5410,394	37	146,227		
	Gesamt	5652,775	39			
IsokinKnieExtmax	Zwischen den Gruppen	200,202	2	100,101	,311	,735
	Innerhalb der Gruppen	11920,773	37	322,183		
	Gesamt	12120,975	39			
IsomFussmax	Zwischen den Gruppen	570,256	2	285,128	,240	,788
	Innerhalb der Gruppen	42821,744	36	1189,493		
	Gesamt	43392,000	38			
IsokinFussPlant max	Zwischen den Gruppen	187,442	2	93,721	,228	,797
	Innerhalb der Gruppen	14780,917	36	410,581		
	Gesamt	14968,359	38			
IsokinFussDors max	Zwischen den Gruppen	192,866	2	96,433	1,695	,198
	Innerhalb der Gruppen	2047,903	36	56,886		
	Gesamt	2240,769	38			

Tab. 17.12: Post-Hoc-Test Mehrfachvergleiche Studie I (Isometrik: Absolutwerte)

Abhängige Variable	(I) Gruppe	(J) Gruppe	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall		
						Untergrenze	Obergrenze	
Gstmw	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-252,49513	73,21548	,006	-439,2139	-65,7763
			KG	-214,25583	74,83191	,025	-405,0970	-23,4147
		OL	BL	252,49513	73,21548	,006	65,7763	439,2139
			KL	38,23929	77,34797	,885	-159,0185	235,4970
		KG	BL	214,25583	74,83191	,025	23,4147	405,0970
			OL	-38,23929	77,34797	,885	-235,4970	159,0185
	Tamhane	BL	OL	-252,49513	71,72605	,007	-439,7561	-65,2342
			KG	-214,25583	71,73693	,024	-402,9986	-25,5131
		OL	BL	252,49513	71,72605	,007	65,2342	439,7561
			KL	38,23929	87,81841	,963	-187,8740	264,3525
		KG	BL	214,25583	71,73693	,024	25,5131	402,9986
			OL	-38,23929	87,81841	,963	-264,3525	187,8740
Gstmw_x	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-223,18292	62,85894	,004	-383,4898	-62,8760
			KG	-197,32600	64,24673	,015	-361,1721	-33,4799
		OL	BL	223,18292	62,85894	,004	62,8760	383,4898
			KL	25,85692	66,40688	,927	-143,4982	195,2120
		KG	BL	197,32600	64,24673	,015	33,4799	361,1721
			OL	-25,85692	66,40688	,927	-195,2120	143,4982
	Tamhane	BL	OL	-223,18292	60,20165	,004	-379,5511	-66,8147

		KG		-197,32600	63,55717	,018	-364,4030	-30,2490
		OL	BL	223,18292	60,20165	,004	66,8147	379,5511
			KL	25,85692	74,84017	,981	-167,0193	218,7332
		KG	BL	197,32600	63,55717	,018	30,2490	364,4030
			OL	-25,85692	74,84017	,981	-218,7332	167,0193
Gstmw_y	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-87,92236	31,78393	,031	-168,9798	-6,8649
			KG	-61,11300	32,48565	,185	-143,9600	21,7340
		OL	BL	87,92236	31,78393	,031	6,8649	168,9798
			KL	26,80936	33,57790	,729	-58,8232	112,4419
		KG	BL	61,11300	32,48565	,185	-21,7340	143,9600
			OL	-26,80936	33,57790	,729	-112,4419	58,8232
	Tamhane	BL	OL	-87,92236	31,73135	,038	-171,7739	-4,0708
			KG	-61,11300	29,85636	,161	-140,3326	18,1066
		OL	BL	87,92236	31,73135	,038	4,0708	171,7739
			KL	26,80936	39,09436	,875	-73,8432	127,4619
		KG	BL	61,11300	29,85636	,161	-18,1066	140,3326
			OL	-26,80936	39,09436	,875	-127,4619	73,8432
Gdreamw	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-19,04465	7,86643	,067	-39,1539	1,0646
			KG	-13,66599	8,02864	,249	-34,1899	6,8579
		OL	BL	19,04465	7,86643	,067	-1,0646	39,1539
			KL	5,37866	8,02864	,800	-15,1452	25,9026
		KG	BL	13,66599	8,02864	,249	-6,8579	34,1899
			OL	-5,37866	8,02864	,800	-25,9026	15,1452
	Tamhane	BL	OL	-19,04465	7,49191	,055	-38,4083	,3190
			KG	-13,66599	7,72406	,252	-33,7951	6,4631
		OL	BL	19,04465	7,49191	,055	-,3190	38,4083
			KL	5,37866	8,78070	,907	-17,2404	27,9977
		KG	BL	13,66599	7,72406	,252	-6,4631	33,7951
			OL	-5,37866	8,78070	,907	-27,9977	17,2404
Gdrea mw_x	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-17,81490	6,76229	,042	-35,1016	-,5282
			KG	-13,55564	6,90174	,160	-31,1988	4,0875
		OL	BL	17,81490	6,76229	,042	-,5282	35,1016
			KL	4,25926	6,90174	,827	-13,3839	21,9024
		KG	BL	13,55564	6,90174	,160	-4,0875	31,1988
			OL	-4,25926	6,90174	,827	-21,9024	13,3839
	Tamhane	BL	OL	-17,81490	6,50879	,037	-34,7184	-,9114
			KG	-13,55564	6,43748	,138	-30,3709	3,2597
		OL	BL	17,81490	6,50879	,037	-,9114	34,7184
			KL	4,25926	7,64293	,927	-15,4179	23,9364
		KG	BL	13,55564	6,43748	,138	-3,2597	30,3709
			OL	-4,25926	7,64293	,927	-23,9364	15,4179
Gdrea mw_y	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-6,35368	3,99103	,294	-16,5561	3,8487
			KG	-2,66510	4,07333	,808	-13,0779	7,7477
		OL	BL	6,35368	3,99103	,294	-3,8487	16,5561
			KL	3,68858	4,07333	,667	-6,7242	14,1014
		KG	BL	2,66510	4,07333	,808	-7,7477	13,0779
			OL	-3,68858	4,07333	,667	-14,1014	6,7242
	Tamhane	BL	OL	-6,35368	3,74981	,279	-15,9764	3,2690
			KG	-2,66510	4,24582	,901	-13,6471	8,3169
		OL	BL	6,35368	3,74981	,279	-3,2690	15,9764
			KL	3,68858	4,20751	,773	-7,2039	14,5811
		KG	BL	2,66510	4,24582	,901	-8,3169	13,6471
			OL	-3,68858	4,20751	,773	-14,5811	7,2039
Gdpro mw	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-9,20138	6,63649	,392	-26,1458	7,7430
			KG	-13,29057	6,77836	,161	-30,5972	4,0160
		OL	BL	9,20138	6,63649	,392	-7,7430	26,1458
			KL	-4,08919	6,89763	,840	-21,7003	13,5219
		KG	BL	13,29057	6,77836	,161	-4,0160	30,5972
			OL	4,08919	6,89763	,840	-13,5219	21,7003
	Tamhane	BL	OL	-9,20138	5,91339	,350	-24,4651	6,0623
			KG	-13,29057	7,02186	,208	-31,7985	5,2173
		OL	BL	9,20138	5,91339	,350	-6,0623	24,4651
			KL	-4,08919	7,75916	,938	-24,1884	16,0100
		KG	BL	13,29057	7,02186	,208	-5,2173	31,7985
			OL	4,08919	7,75916	,938	-16,0100	24,1884
Gdpro mw_x	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-6,94611	5,19213	,418	-20,2027	6,3105
			KG	-11,37229	5,30312	,115	-24,9123	2,1677
		OL	BL	6,94611	5,19213	,418	-6,3105	20,2027
			KL	-4,42618	5,39644	,717	-18,2044	9,3521

		KG	BL	11,37229	5,30312	,115	-2,1677	24,9123
			OL	4,42618	5,39644	,717	-9,3521	18,2044
	Tamhane	BL	OL	-6,94611	4,40619	,339	-18,3200	4,4278
			KG	-11,37229	5,65444	,172	-26,3784	3,6338
		OL	BL	6,94611	4,40619	,339	-4,4278	18,3200
			KL	-4,42618	6,16797	,860	-20,4793	11,6269
		KG	BL	11,37229	5,65444	,172	-3,6338	26,3784
			OL	4,42618	6,16797	,860	-11,6269	20,4793
Gdpro mw_y	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-5,30470	3,91496	,408	-15,3004	4,6910
			KG	-5,60536	3,99865	,384	-15,8148	4,6040
		OL	BL	5,30470	3,91496	,408	-4,6910	15,3004
			KL	-,30066	4,06901	,997	-10,6897	10,0884
		KG	BL	5,60536	3,99865	,384	-4,6040	15,8148
			OL	,30066	4,06901	,997	-10,0884	10,6897
	Tamhane	BL	OL	-5,30470	3,82838	,446	-15,1212	4,5118
			KG	-5,60536	3,99249	,437	-15,9148	4,7041
		OL	BL	5,30470	3,82838	,446	-4,5118	15,1212
			KL	-,30066	4,23475	1,000	-11,2138	10,6125
		KG	BL	5,60536	3,99249	,437	-4,7041	15,9148
			OL	,30066	4,23475	1,000	-10,6125	11,2138
CMJmax	Scheffé-Prozedur	BL	OL	3,83641	1,37636	,029	,3263	7,3465
			KG	,09667	1,40675	,998	-3,4909	3,6842
		OL	BL	-3,83641	1,37636	,029	-7,3465	-,3263
			KG	-3,73974	1,45404	,048	-7,4479	-,0315
		KG	BL	-,09667	1,40675	,998	-3,6842	3,4909
			OL	3,73974	1,45404	,048	,0315	7,4479
	Tamhane	BL	OL	3,83641	1,47952	,046	,0544	7,6184
			KG	,09667	1,38333	1,000	-3,4656	3,6589
		OL	BL	-3,83641	1,47952	,046	-7,6184	-,0544
			KG	-3,73974	1,17738	,013	-6,7765	-,7030
		KG	BL	-,09667	1,38333	1,000	-3,6589	3,4656
			OL	3,73974	1,17738	,013	,7030	6,7765
Dropmax	Scheffé-Prozedur	BL	OL	2,47128	1,98041	,466	-2,5793	7,5219
			KG	-3,30500	2,02413	,276	-8,4671	1,8571
		OL	BL	-2,47128	1,98041	,466	-7,5219	2,5793
			KG	-5,77628	2,09219	,031	-11,1119	-,4406
		KG	BL	3,30500	2,02413	,276	-1,8571	8,4671
			OL	5,77628	2,09219	,031	,4406	11,1119
	Tamhane	BL	OL	2,47128	1,83745	,471	-2,2423	7,1849
			KG	-3,30500	2,24050	,393	-9,0551	2,4451
		OL	BL	-2,47128	1,83745	,471	-7,1849	2,2423
			KG	-5,77628	1,95304	,024	-10,8937	-,6588
		KG	BL	3,30500	2,24050	,393	-2,4451	9,0551
			OL	5,77628	1,95304	,024	,6588	10,8937
DropBKZ min	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-,02961	,00828	,004	-,0507	-,0085
			KG	-,00687	,00846	,721	-,0284	,0147
		OL	BL	,02961	,00828	,004	,0085	,0507
			KG	,02274	,00874	,045	,0004	,0450
		KG	BL	,00687	,00846	,721	-,0147	,0284
			OL	-,02274	,00874	,045	-,0450	-,0004
	Tamhane	BL	OL	-,02961	,00808	,005	-,0506	-,0086
			KG	-,00687	,00820	,798	-,0284	,0146
		OL	BL	,02961	,00808	,005	,0086	,0506
			KG	,02274	,00983	,087	-,0026	,0481
		KG	BL	,00687	,00820	,798	-,0146	,0284
			OL	-,02274	,00983	,087	-,0481	,0026
Perfor mancelnd	Scheffé-Prozedur	BL	OL	,31292	,12616	,058	-,0088	,6347
			KG	-,14983	,12894	,515	-4,787	,1790
		OL	BL	-,31292	,12616	,058	-,6347	,0088
			KG	-,46276	,13328	,005	-,8027	-,1229
		KG	BL	,14983	,12894	,515	-,1790	,4787
			OL	,46276	,13328	,005	,1229	,8027
	Tamhane	BL	OL	,31292	,11778	,044	,0070	,6188
			KG	-,14983	,14548	,676	-,5222	,2226
		OL	BL	-,31292	,11778	,044	-,6188	-,0070
			KG	-,46276	,11432	,003	-,7656	-,1599
		KG	BL	,14983	,14548	,676	-,2226	,5222
			OL	,46276	,11432	,003	,1599	,7656
IsomKnie	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-8,190	10,381	,734	-34,66	18,28

max		KG		-7,933	10,610	,758	-34,99	19,12	
		OL	BL	8,190	10,381	,734	-18,28	34,66	
			KG	,256	10,966	1,000	-27,71	28,22	
		KG	BL	7,933	10,610	,758	-19,12	34,99	
			OL	-,256	10,966	1,000	-28,22	27,71	
		Tamhane	BL	OL	-8,190	11,216	,854	-37,25	20,87
			KG	-7,933	9,175	,779	-31,49	15,62	
			OL	BL	8,190	11,216	,854	-20,87	37,25
			KG	,256	11,567	1,000	-29,69	30,20	
		KG	BL	7,933	9,175	,779	-15,62	31,49	
			OL	-,256	11,567	1,000	-30,20	29,69	
	IsokinKnie Flexmax	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-,585	4,582	,992	-12,27	11,10
			KG	-5,617	4,683	,494	-17,56	6,33	
OL			BL	,585	4,582	,992	-11,10	12,27	
			KG	-5,032	4,841	,587	-17,38	7,31	
KG			BL	5,617	4,683	,494	-6,33	17,56	
			OL	5,032	4,841	,587	-7,31	17,38	
Tamhane		BL	OL	-,585	4,604	,999	-12,33	11,16	
			KG	-5,617	4,792	,582	-17,88	6,65	
		OL	BL	,585	4,604	,999	-11,16	12,33	
			KG	-5,032	4,513	,621	-16,67	6,60	
		KG	BL	5,617	4,792	,582	-6,65	17,88	
			OL	5,032	4,513	,621	-6,60	16,67	
IsokinKnie Extmax	Scheffé-Prozedur	BL	OL	5,190	6,802	,749	-12,16	22,54	
			KG	1,183	6,952	,986	-16,55	18,91	
		OL	BL	-5,190	6,802	,749	-22,54	12,16	
			KG	-4,006	7,186	,857	-22,33	14,32	
		KG	BL	-1,183	6,952	,986	-18,91	16,55	
			OL	4,006	7,186	,857	-14,32	22,33	
	Tamhane	BL	OL	5,190	7,037	,850	-12,90	23,28	
			KG	1,183	6,537	,997	-15,62	17,99	
		OL	BL	-5,190	7,037	,850	-23,28	12,90	
			KG	-4,006	7,431	,934	-23,15	15,13	
		KG	BL	-1,183	6,537	,997	-17,99	15,62	
			OL	4,006	7,431	,934	-15,13	23,15	
IsomFuss max	Scheffé-Prozedur	BL	OL	3,385	13,284	,968	-30,53	37,30	
			KG	9,333	13,568	,791	-25,31	43,98	
		OL	BL	-3,385	13,284	,968	-37,30	30,53	
			KG	5,949	13,807	,912	-29,30	41,20	
		KG	BL	-9,333	13,568	,791	-43,98	25,31	
			OL	-5,949	13,807	,912	-41,20	29,30	
	Tamhane	BL	OL	3,385	13,241	,992	-31,23	37,99	
			KG	9,333	12,329	,841	-22,94	41,61	
		OL	BL	-3,385	13,241	,992	-37,99	31,23	
			KG	5,949	15,513	,974	-34,00	45,90	
		KG	BL	-9,333	12,329	,841	-41,61	22,94	
			OL	-5,949	15,513	,974	-45,90	34,00	
IsokinFuss Plantmax	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-5,000	7,805	,815	-24,93	14,93	
			KG	-3,917	7,971	,887	-24,27	16,44	
		OL	BL	5,000	7,805	,815	-14,93	24,93	
			KG	1,083	8,112	,991	-19,63	21,79	
		KG	BL	3,917	7,971	,887	-16,44	24,27	
			OL	-1,083	8,112	,991	-21,79	19,63	
	Tamhane	BL	OL	-5,000	7,556	,885	-24,33	14,33	
			KG	-3,917	8,302	,954	-25,28	17,45	
		OL	BL	5,000	7,556	,885	-14,33	24,33	
			KG	1,083	8,076	,999	-19,79	21,96	
		KG	BL	3,917	8,302	,954	-17,45	25,28	
			OL	-1,083	8,076	,999	-21,96	19,79	
IsokinFuss Dorsmax	Scheffé-Prozedur	BL	OL	-1,159	2,905	,924	-8,58	6,26	
			KG	-5,262	2,967	,221	-12,84	2,31	
		OL	BL	1,159	2,905	,924	-6,26	8,58	
			KG	-4,103	3,019	,406	-11,81	3,61	
		KG	BL	5,262	2,967	,221	-2,31	12,84	
			OL	4,103	3,019	,406	-3,61	11,81	
	Tamhane	BL	OL	-1,159	2,071	,926	-6,46	4,15	
			KG	-5,262	3,465	,385	-14,55	4,03	
		OL	BL	1,159	2,071	,926	-4,15	6,46	
			KG	-4,103	3,523	,597	-13,50	5,29	

KG	BL	5,262	3,465	,385	-4,03	14,55
	OL	4,103	3,523	,597	-5,29	13,50

*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

Tab. 17.13: Einfaktorielle ANOVA Deskriptive Statistik Isometrik-Werte in Relation zum Körpergewicht (Studie I)

		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
IsomKnieRelmax	BL	15	2,6720	,47645	,12302	2,4082	2,9358	1,81	3,48
	OL	13	2,5038	,57218	,15869	2,1581	2,8496	1,86	3,81
	KG	12	2,7100	,27860	,08043	2,5330	2,8870	2,32	3,20
	Gesamt	40	2,6287	,46051	,07281	2,4815	2,7760	1,81	3,81
IsokinKnieFlexRelmax	BL	15	1,4000	,22897	,05912	1,2732	1,5268	1,02	1,91
	OL	13	1,2546	,12080	,03350	1,1816	1,3276	1,05	1,54
	KG	12	1,4517	,12705	,03668	1,3709	1,5324	1,25	1,73
	Gesamt	40	1,3683	,18627	,02945	1,3087	1,4278	1,02	1,91
IsokinKnieExtRelmax	BL	15	2,7580	,24762	,06394	2,6209	2,8951	2,44	3,21
	OL	13	2,3885	,38024	,10546	2,1587	2,6182	1,86	3,15
	KG	12	2,6558	,19884	,05740	2,5295	2,7822	2,33	2,93
	Gesamt	40	2,6072	,32105	,05076	2,5046	2,7099	1,86	3,21
IsomFussRelmax	BL	14	2,8557	,45324	,12113	2,5940	3,1174	2,06	3,54
	OL	13	2,5069	,71553	,19845	2,0745	2,9393	,97	3,79
	KG	12	2,6192	,60758	,17539	2,2331	3,0052	1,18	3,34
	Gesamt	39	2,6667	,60119	,09627	2,4718	2,8615	,97	3,79
IsokinFussExtRelmax	BL	14	2,1407	,34673	,09267	1,9405	2,3409	1,63	2,69
	OL	13	1,9977	,30398	,08431	1,8140	2,1814	1,54	2,52
	KG	12	2,1592	,36850	,10638	1,9250	2,3933	1,63	2,82
	Gesamt	39	2,0987	,33899	,05428	1,9888	2,2086	1,54	2,82
IsokinFussFlexRelmax	BL	14	,3929	,09895	,02645	,3357	,4500	,25	,57
	OL	13	,3646	,07891	,02189	,3169	,4123	,29	,51
	KG	12	,4667	,16411	,04738	,3624	,5709	,26	,91
	Gesamt	39	,4062	,12217	,01956	,3666	,4458	,25	,91

Tab. 17.14: Levene-Test auf Homogenität der Varianzen, Isometrik-Werte in Relation zum Körpergewicht (Studie I)

	Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
IsomKnieRelmax	1,778	2	37	,183
IsokinKnieFlexRelmax	3,711	2	37	,034
IsokinKnieExtRelmax	1,240	2	37	,301
IsomFussRelmax	,468	2	36	,630
IsokinFussPlantRelmax	,698	2	36	,504
IsokinFussDorsRelmax	1,299	2	36	,285

Tab. 17.15: Einfaktorielle ANOVA Isometrik-Werte in Relation zum Körpergewicht (Studie I)

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
IsomKnieRelmax	Zwischen den Gruppen	,310	2	,155	,721	,493
	Innerhalb der Gruppen	7,961	37	,215		
	Gesamt	8,271	39			
IsokinKnieFlexRelmax	Zwischen den Gruppen	,266	2	,133	4,537	,017
	Innerhalb der Gruppen	1,087	37	,029		
	Gesamt	1,353	39			
IsokinKnieExtRelmax	Zwischen den Gruppen	,991	2	,496	6,057	,005
	Innerhalb der Gruppen	3,028	37	,082		
	Gesamt	4,020	39			
IsomFussRelmax	Zwischen den Gruppen	,859	2	,430	1,201	,313
	Innerhalb der Gruppen	12,875	36	,358		
	Gesamt	13,734	38			
IsokinFussExtRelmax	Zwischen den Gruppen	,201	2	,101	,870	,428
	Innerhalb der Gruppen	4,165	36	,116		
	Gesamt	4,367	38			

IsokinFussFlexRel max	Zwischen den Gruppen	,069	2	,034	2,487	,097
	Innerhalb der Gruppen	,498	36	,014		
	Gesamt	,567	38			

Tab. 17.16: Post-Hoc-Test Mehrfachvergleiche, Isometrik-Werte in Relation zum Körpergewicht (Studie I)

Abhängige Variable		(I) Gruppe	(J) Gruppe	Mittlere Differenz (I-J)	Standard- fehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
							Untergrenze	Obergrenze
IsomKnie Relmax	Scheffé- Prozedur	BL	OL	,16815	,17576	,636	-,2801	,6164
			KG	-,03800	,17965	,978	-,4961	,4201
		OL	BL	-,16815	,17576	,636	-,6164	,2801
			KG	-,20615	,18569	,545	-,6797	,2674
		KG	BL	,03800	,17965	,978	-,4201	,4961
			OL	,20615	,18569	,545	-,2674	,6797
	Tamhane	BL	OL	,16815	,20079	,795	-,3479	,6842
			KG	-,03800	,14698	,992	-,4162	,3402
		OL	BL	-,16815	,20079	,795	-,6842	,3479
			KG	-,20615	,17791	,598	-,6751	,2628
		KG	BL	,03800	,14698	,992	-,3402	,4162
			OL	,20615	,17791	,598	-,2628	,6751
IsokinKnie FlexRelmax	Scheffé- Prozedur	BL	OL	,14538	,06494	,095	-,0202	,3110
			KG	-,05167	,06637	,740	-,2209	,1176
		OL	BL	-,14538	,06494	,095	-,3110	,0202
			KG	-,19705	,06861	,024	-,3720	-,0221
		KG	BL	,05167	,06637	,740	-,1176	,2209
			OL	,19705	,06861	,024	,0221	,3720
	Tamhane	BL	OL	,14538	,06795	,126	-,0303	,3211
			KG	-,05167	,06957	,847	-,2310	,1277
		OL	BL	-,14538	,06795	,126	-,3211	,0303
			KG	-,19705	,04968	,002	-,3251	-,0690
		KG	BL	,05167	,06957	,847	-,1277	,2310
			OL	,19705	,04968	,002	,0690	,3251
IsokinKnie ExtRelmax	Scheffé- Prozedur	BL	OL	,36954	,10841	,006	,0931	,6460
			KG	,10217	,11080	,657	-,1804	,3847
		OL	BL	-,36954	,10841	,006	-,6460	-,0931
			KG	-,26737	,11453	,079	-,5594	,0247
		KG	BL	-,10217	,11080	,657	-,3847	,1804
			OL	,26737	,11453	,079	-,0247	,5594
	Tamhane	BL	OL	,36954	,12333	,021	,0485	,6906
			KG	,10217	,08592	,571	-,1177	,3220
		OL	BL	-,36954	,12333	,021	-,6906	-,0485
			KG	-,26737	,12007	,112	-,5826	,0478
		KG	BL	-,10217	,08592	,571	-,3220	,1177
			OL	,26737	,12007	,112	-,0478	,5826
IsomFuss Relmax	Scheffé- Prozedur	BL	OL	,34879	,23034	,329	-,2393	,9369
			KG	,23655	,23526	,607	-,3641	,8372
		OL	BL	-,34879	,23034	,329	-,9369	,2393
			KG	-,11224	,23940	,896	-,7235	,4990
		KG	BL	-,23655	,23526	,607	-,8372	,3641
			OL	,11224	,23940	,896	-,4990	,7235
	Tamhane	BL	OL	,34879	,23250	,384	-,2567	,9543
			KG	,23655	,21316	,627	-,3184	,7915
		OL	BL	-,34879	,23250	,384	-,9543	,2567
			KG	-,11224	,26485	,966	-,7944	,5699
		KG	BL	-,23655	,21316	,627	-,7915	,3184
			OL	,11224	,26485	,966	-,5699	,7944
IsokinFuss ExtRelmax	Scheffé- Prozedur	BL	OL	,14302	,13102	,556	-,1915	,4775
			KG	-,01845	,13382	,991	-,3601	,3232
		OL	BL	-,14302	,13102	,556	-,4775	,1915
			KG	-,16147	,13617	,502	-,5091	,1862
		KG	BL	,01845	,13382	,991	-,3232	,3601
			OL	,16147	,13617	,502	-,1862	,5091
	Tamhane	BL	OL	,14302	,12528	,602	-,1776	,4636
			KG	-,01845	,14108	,999	-,3818	,3449
		OL	BL	-,14302	,12528	,602	-,4636	,1776
			KG	-,16147	,13573	,573	-,5129	,1900

		KG	BL	,01845	,14108	,999	-,3449	,3818
			OL	,16147	,13573	,573	-,1900	,5129
IsokinFuss	Scheffé-	BL	OL	,02824	,04531	,824	-,0875	,1439
FlexRelmax	Prozedur		KG	-,07381	,04628	,293	-,1920	,0444
		OL	BL	-,02824	,04531	,824	-,1439	,0875
			KG	-,10205	,04710	,110	-,2223	,0182
		KG	BL	,07381	,04628	,293	-,0444	,1920
			OL	,10205	,04710	,110	-,0182	,2223
	Tamhane	BL	OL	,02824	,03433	,803	-,0597	,1162
			KG	-,07381	,05426	,471	-,2170	,0694
		OL	BL	-,02824	,03433	,803	-,1162	,0597
			KG	-,10205	,05219	,192	-,2416	,0375
		KG	BL	,07381	,05426	,471	-,0694	,2170
			OL	,10205	,05219	,192	-,0375	,2416

*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

Reliabilitätsmessung über Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung ^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken ^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,936	,963	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken ^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
Gstmw	608,7378	232,50972	9
GstmwPost	601,9144	167,42979	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix ^a		
	Gstmw	GstmwPost
Gstmw	1,000	,928
GstmwPost	,928	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken ^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,928	,928	,928	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.2: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der Messung des statischen Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg) mithilfe von Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,866	,668	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
Gdreamw	58,9190	13,76018	9
GdreamwPost	57,5692	15,09704	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix^a		
	Gdreamw	GdreamwPost
Gdreamw	1,000	,501
GdreamwPost	,501	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,501	,501	,501	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.3: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der Messung des reaktiven Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg) mithilfe von Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,760	,763	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
Gdpromw	60,0825	14,25408	9
GdpromwPost	55,9617	15,85289	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix^a		
	Gdpromw	GdpromwPost
Gdpromw	1,000	,616
GdpromwPost	,616	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,616	,616	,616	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.4: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der Messung des proaktiven Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg) mithilfe von Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,952	,959	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
CMJmax	29,5000	4,16893	9
CMJmaxPost	29,3667	4,91325	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix^a		
	CMJmax	CMJmaxPost
CMJmax	1,000	,921
CMJmaxPost	,921	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,921	,921	,921	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.5: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der Sprungkraftmessung im Counter Movement Jump mithilfe von Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,849	,851	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
Dropmax	22,1889	6,21962	9
DropmaxPost	20,4444	5,68993	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix^a		
	Dropmax	DropmaxPost
Dropmax	1,000	,741
DropmaxPost	,741	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,741	,741	,741	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.6: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der Sprungkraftmessung im Drop Jump mithilfe von Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,924	,933	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
IsomKniemax	177,11	40,213	9
IsomKniemaxPost	176,67	48,900	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix^a		
	IsomKniemax	IsomKniemax Post
IsomKniemax	1,000	,875
IsomKniemaxPost	,875	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,875	,875	,875	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.7: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isometrischen Maximalkraftmessung der Kniestreckmuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,951	,958	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
IsokinKnieFlexmax	82,56	14,867	9
IsokinKnieFlexmaxPost	86,33	17,649	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix^a		
	IsokinKnie Flexmax	IsokinKnie FlexmaxPost
IsokinKnieFlexmax	1,000	,919
IsokinKnieFlexmaxPost	,919	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,919	,919	,919	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.8: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isokinetischen Maximalkraftmessung der Kniebeugemuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,966	,969	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
IsokinKnieExtmax	162,78	33,911	9
IsokinKnieExtmaxPost	160,00	37,799	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix^a		
	IsokinKnie Extmax	IsokinKnie ExtmaxPost
IsokinKnieExtmax	1,000	,939
IsokinKnieExtmaxPost	,939	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,939	,939	,939	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.9: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isokinetischen Maximalkraftmessung der Kniestreckmuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,917	,918	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
IsomFussmax	161,89	32,169	9
IsomFussmaxPost	173,67	33,978	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix^a		
	IsomFussmax	IsomFussmaxPost
IsomFussmax	1,000	,848
IsomFussmaxPost	,848	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,848	,848	,848	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.10: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isometrischen Maximalkraftmessung der Fußstreckmuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,953	,959	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
IsokinFussPlantmax	118,22	24,427	9
IsokinFussPlantmaxPost	135,33	28,200	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix^a		
	IsokinFuss Plantmax	IsokinFuss PlantmaxPost
IsokinFussPlantmax	1,000	,920
IsokinFussPlantmaxPost	,920	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,920	,920	,920	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.11: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isokinetischen Maximalkraftmessung der Fußstreckmuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha

Zusammenfassung der Fallverarbeitung^b			
		N	%
Fälle	Gültig	9	100,0
	Ausgeschlossen ^a	0	,0
	Gesamt	9	100,0

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.
b. Gruppe = Kontrollgruppe

Reliabilitätsstatistiken^a		
Cronbachs Alpha	Cronbachs Alpha für standardisierte Items	Anzahl der Items
,909	,911	2

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Itemstatistiken^a			
	Mittelwert	Standardabweichung	N
IsokinFussDorsmax	24,67	5,431	9
IsokinFussDorsmaxPost	24,11	4,986	9

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Inter-Item-Korrelationsmatrix^a		
	IsokinFuss Dorsmax	IsokinFuss DorsmaxPost
IsokinFussDorsmax	1,000	,837
IsokinFussDorsmaxPost	,837	1,000

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Auswertung der Itemstatistiken^a							
	Mittelwert	Minimum	Maximum	Bereich	Maximum / Minimum	Varianz	Anzahl der Items
Inter-Item-Korrelationen	,837	,837	,837	,000	1,000	,000	2

Abb. 17.12: Screenshot der SPSS-Ausgabe zur Reliabilitätsanalyse der isokinetischen Maximalkraftmessung der Fußbeugemuskulatur mithilfe von Cronbachs Alpha

Retest-Reliabilität - Korrelationskoeffizient nach Pearson

Tab. 17.17: Korrelationskoeffizient nach Pearson für die Messung des statischen Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg)

		Gstmw	GstmwPost
Gstmw	Korrelation nach Pearson	1	,928**
	Signifikanz (1-seitig)		,000
	N	9	9
GstmwPost	Korrelation nach Pearson	,928**	1
	Signifikanz (1-seitig)	,000	
	N	9	9

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.18: Korrelationskoeffizient nach Pearson für die Messung des reaktiven Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg)

		Gdreamw	GdreamwPost
Gdreamw	Korrelation nach Pearson	1	,501
	Signifikanz (1-seitig)		,085
	N	9	9
GdreamwPost	Korrelation nach Pearson	,501	1
	Signifikanz (1-seitig)	,085	
	N	9	9

Tab. 17.19: Korrelationskoeffizient nach Pearson für die Messung des proaktiven Gleichgewichts (Gesamtschwankungsweg)

		Gdpromw	GdpromwPost
Gdpromw	Korrelation nach Pearson	1	,616*
	Signifikanz (1-seitig)		,039
	N	9	9
GdpromwPost	Korrelation nach Pearson	,616*	1
	Signifikanz (1-seitig)	,039	
	N	9	9

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.20: Korrelationskoeffizient nach Person für die Sprungkraftmessung im Counter Movement Jump (CMJ)

		CMJmax	CMJmaxPost
CMJmax	Korrelation nach Pearson	1	,921**
	Signifikanz (1-seitig)		,000
	N	9	9
CMJmaxPost	Korrelation nach Pearson	,921**	1
	Signifikanz (1-seitig)	,000	
	N	9	9

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.21: Korrelationskoeffizient nach Person für die Sprungkraftmessung im Drop Jump

		Dropmax	DropmaxPost
Dropmax	Korrelation nach Pearson	1	,741*
	Signifikanz (1-seitig)		,011
	N	9	9
DropmaxPost	Korrelation nach Pearson	,741*	1
	Signifikanz (1-seitig)	,011	
	N	9	9

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.22: Korrelationskoeffizient nach Pearson für die Messung der Bodenkontaktzeit (BKZ) im Drop Jump

		DropBKZmin	DropBKZminPost
DropBKZmin	Korrelation nach Pearson	1	,723*
	Signifikanz (1-seitig)		,014
	N	9	9
DropBKZminPost	Korrelation nach Pearson	,723*	1
	Signifikanz (1-seitig)	,014	
	N	9	9

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.23: Korrelationskoeffizient nach Pearson für die isometrische Maximalkraftmessung der Kniestreckmuskulatur

		IsomKniemax	IsomKniemaxPost
IsomKniemax	Korrelation nach Pearson	1	,875**
	Signifikanz (1-seitig)		,001

	N	9	9
IsomKniemaxPost	Korrelation nach Pearson	,875**	1
	Signifikanz (1-seitig)	,001	
	N	9	9

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.24: Korrelationskoeffizient nach Pearson für die isokinetische Maximalkraftmessung der Kniebeugemuskulatur

		IsokinKnieFlex max	IsokinKnieFlex maxPost
IsokinKnieFlexmax	Korrelation nach Pearson	1	,919**
	Signifikanz (1-seitig)		,000
	N	9	9
IsokinKnieFlexmaxPost	Korrelation nach Pearson	,919**	1
	Signifikanz (1-seitig)	,000	
	N	9	9

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.25: Korrelationskoeffizient nach Pearson für die isokinetische Maximalkraftmessung der Kniestreckmuskulatur

		IsokinKnieExtm ax	IsokinKnieExtm axPost
IsokinKnieExtmax	Korrelation nach Pearson	1	,939**
	Signifikanz (1-seitig)		,000
	N	9	9
IsokinKnieExtmaxPost	Korrelation nach Pearson	,939**	1
	Signifikanz (1-seitig)	,000	
	N	9	9

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.26: Korrelationskoeffizient nach Pearson für die isometrische Maximalkraftmessung der Fußstreckmuskulatur

		IsomFussmax	IsomFussmaxP ost
IsomFussmax	Korrelation nach Pearson	1	,848**
	Signifikanz (1-seitig)		,002
	N	9	9
IsomFussmaxPost	Korrelation nach Pearson	,848**	1
	Signifikanz (1-seitig)	,002	

N	9	9
---	---	---

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.27: Korrelationskoeffizient nach Pearson für die isokinetische Maximalkraftmessung der Fußstreckmuskulatur

		IsokinFussPlant max	IsokinFussPlant maxPost
IsokinFussPlantmax	Korrelation nach Pearson	1	,920**
	Signifikanz (1-seitig)		,000
	N	9	9
IsokinFussPlantmaxPost	Korrelation nach Pearson	,920**	1
	Signifikanz (1-seitig)	,000	
	N	9	9

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.28: Korrelationskoeffizient nach Pearson für die isokinetische Maximalkraftmessung der Fußbeugemuskulatur

		IsokinFussDors max	IsokinFussDors maxPost
IsokinFussDorsmax	Korrelation nach Pearson	1	,837**
	Signifikanz (1-seitig)		,002
	N	9	9
IsokinFussDorsmaxPost	Korrelation nach Pearson	,837**	1
	Signifikanz (1-seitig)	,002	
	N	9	9

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (1-seitig) signifikant.

Tab. 17.29: Pearson-Korrelation aller Parameter der drei Probandengruppen (N= 40) der Studie I gesamt (Excel-Tabelle exportiert aus SPSS)

		KH	Gewicht	BMI	Gstmw	Gdreamw	Gdpromw	CMJmax	Dropmax	DropBKZ min	IsomKnie max	IsokinKnie Flexmax	IsokinKnie Extmax	IsomFuss max	IsokinFus sPlantma x	IsokinFus sDorsmax	Performa ncelnd
KH	Korrelation nach Pearson	1	,608**	-,003	,120	,238	,207	,140	-,192	,384*	,291	,529**	,383*	,093	,145	,266	-,269
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,984	,462	,150	,206	,388	,235	,014	,068	,000	,015	,574	,377	,102	,093
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40
Gewicht	Korrelation nach Pearson	,608**	1	,649**	,238	,512**	,301	-,382*	-,273	,573**	,359*	,476**	,376*	,162	,364*	,271	-,405**
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,000	,140	,001	,062	,015	,088	,000	,023	,002	,017	,325	,023	,095	,010
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40
BMI	Korrelation nach Pearson	-,003	,649**	1	,226	,469**	,150	-,416**	-,171	,398*	,220	,210	,101	,077	,241	,095	-,274
	Signifikanz (2-seitig)	,984	,000		,160	,003	,362	,008	,292	,011	,173	,194	,534	,641	,140	,564	,087
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40
Gstmw	Korrelation nach Pearson	,120	,238	,226	1	,426**	,401*	-,114	-,003	,549**	,092	,151	,002	,191	,190	,098	-,219
	Signifikanz (2-seitig)	,462	,140	,160		,008	,011	,485	,988	,000	,572	,354	,990	,243	,247	,554	,174
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40
Gdreamw	Korrelation nach Pearson	,238	,512**	,469**	,426**	1	,481**	-,362*	-,057	,479**	,163	,198	,088	,128	,220	,237	-,242
	Signifikanz (2-seitig)	,150	,001	,003	,008		,003	,026	,734	,002	,330	,232	,598	,452	,191	,158	,143
	N	38	38	38	38	38	37	38	38	38	38	38	38	37	37	37	38
Gdpromw	Korrelation nach Pearson	,207	,301	,150	,401*	,481**	1	-,090	,180	,247	,312	,153	,196	,043	,034	,288	,061
	Signifikanz (2-seitig)	,206	,062	,362	,011	,003		,585	,273	,130	,054	,353	,233	,796	,840	,079	,714
	N	39	39	39	39	37	39	39	39	39	39	39	39	38	38	38	39
CMJmax	Korrelation nach Pearson	,140	-,382*	-,416**	-,114	-,362*	-,090	1	,480**	-,130	,378*	,315	,303	,056	-,165	,207	,448**
	Signifikanz (2-seitig)	,388	,015	,008	,485	,026	,585		,002	,422	,016	,048	,057	,734	,316	,207	,004
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40
Dropmax	Korrelation nach Pearson	-,192	-,273	-,171	-,003	-,057	,180	,480**	1	-,044	,041	,104	-,104	,094	-,072	-,091	,900**
	Signifikanz (2-seitig)	,235	,088	,292	,988	,734	,273	,002		,787	,802	,522	,525	,567	,665	,583	,000
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40
DropBKZmin	Korrelation nach Pearson	,384*	,573**	,398*	,549**	,479**	,247	-,130	-,044	1	,098	,206	-,020	,130	,145	,136	-,427**
	Signifikanz (2-seitig)	,014	,000	,011	,000	,002	,130	,422	,787		,545	,203	,902	,429	,377	,409	,006
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40
IsomKniemax	Korrelation nach Pearson	,291	,359*	,220	,092	,163	,312	,378*	,041	,098	1	,617**	,769**	,305	,293	,399*	,004
	Signifikanz (2-seitig)	,068	,023	,173	,572	,330	,054	,016	,802	,545		,000	,000	,059	,070	,012	,983
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40
IsokinKnieFlexmax	Korrelation nach Pearson	,529**	,476**	,210	,151	,198	,153	,315*	,104	,206	,617**	1	,654**	,319*	,436**	,423**	,038
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,002	,194	,354	,232	,353	,048	,522	,203	,000		,000	,048	,006	,007	,816
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40
IsokinKnieExtmax	Korrelation nach Pearson	,383*	,376*	,101	,002	,088	,196	,303	-,104	-,020	,769**	,654**	1	,469**	,465**	,385**	-,071
	Signifikanz (2-seitig)	,015	,017	,534	,990	,598	,233	,057	,525	,902	,000	,000		,003	,003	,016	,662
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40
IsomFussmax	Korrelation nach Pearson	,093	,162	,077	,191	,128	,043	,056	,094	,130	,305	,319*	,469**	1	,744**	,095	,040
	Signifikanz (2-seitig)	,574	,325	,641	,243	,452	,796	,734	,567	,429	,059	,048	,003		,000	,567	,810
	N	39	39	39	39	37	38	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
IsokinFussPlantmax	Korrelation nach Pearson	,145	,364*	,241	,190	,220	,034	-,165	-,072	,145	,293	,436**	,465**	,744**	1	,240	-,104
	Signifikanz (2-seitig)	,377	,023	,140	,247	,191	,840	,316	,665	,377	,070	,006	,003	,000		,141	,530
	N	39	39	39	39	37	38	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
IsokinFussDorsmax	Korrelation nach Pearson	,266	,271	,095	,098	,237	,288	,207	-,091	,136	,399*	,423**	,385*	,095	,240	1	-,136
	Signifikanz (2-seitig)	,102	,095	,564	,554	,158	,079	,207	,583	,409	,012	,007	,016	,567	,141		,408
	N	39	39	39	39	37	38	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
PerformanceInd	Korrelation nach Pearson	-,269	-,405**	-,274	-,219	-,242	,061	,448**	,900**	-,427**	,004	,038	-,071	,040	-,104	-,136	1
	Signifikanz (2-seitig)	,093	,010	,087	,174	,143	,714	,004	,000	,006	,983	,816	,662	,810	,530	,408	
	N	40	40	40	40	38	39	40	40	40	40	40	40	39	39	39	40

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

18 Anhang II

Tab. 18.1: Deskriptive Statistik zu den Probandendaten der Interventionsgruppe aus Pretest und Posttest, Studie II

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Gewicht	9	50,19	64,65	57,9189	4,56975
GewichtPost	9	49,56	64,06	58,3211	4,33668
BMI	9	18,80	22,40	20,3556	1,28463
BMIPost	9	18,90	22,20	20,5111	1,15590
KH	9	161	174	168,67	5,000
Alter	9	21	29	24,11	2,667
Gültige Werte (Listenweise)	9				

Tab. 18.2: Deskriptive Statistik zu den Probandendaten der Kontrollgruppe aus Pretest und Posttest, Studie II

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Gewicht	9	49,76	70,01	58,7433	7,48102
GewichtPost	9	52,58	71,87	60,1456	7,41338
BMI	9	18,10	25,70	21,1000	2,53180
BMIPost	9	18,50	25,80	21,6000	2,52290
KH	9	162	172	167,00	3,500
Alter	9	21	30	24,56	2,920
Gültige Werte (Listenweise)	9				

Tab. 18.3: Deskriptive Statistik aller Parameter von Interventionsgruppe (IG) und Kontrollgruppe (KG) aus dem Pretest, Studie II

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Alter	IG	9	24,11	2,667	,889
	KG	9	24,56	2,920	,973
KH	IG	9	168,67	5,000	1,667
	KG	9	167,00	3,500	1,167
Gewicht	IG	9	57,9189	4,56975	1,52325
	KG	9	58,7433	7,48102	2,49367
BMI	IG	9	20,3556	1,28463	,42821
	KG	9	21,1000	2,53180	,84393
Gdreamw	IG	7	61,4872	18,54886	7,01081
	KG	9	58,9190	13,76018	4,58673
Gdreamw_x	IG	7	49,1687	13,40254	5,06568
	KG	9	50,3370	11,99438	3,99813
Gdreamw_y	IG	7	26,3781	11,36400	4,29519
	KG	9	21,1359	7,81948	2,60649
CMJmax	IG	9	27,9778	4,32053	1,44018
	KG	9	29,5000	4,16893	1,38964
Dropmax	IG	9	18,5111	6,85555	2,28518
	KG	9	22,1889	6,21962	2,07321
DropBKZmin	IG	9	,1678	,01678	,00559
	KG	9	,1791	,01671	,00557

Performancelnd	IG	9	,7972	,44016	,14672	
	KG	9	,9747	,45036	,15012	
IsomKniemax	IG	9	148,89	26,742	8,914	
	KG	9	177,11	40,213	13,404	
IsokinKnieExtmax	IG	9	160,67	15,668	5,223	
	KG	9	162,78	33,911	11,304	
IsomFussmax	IG	9	164,67	29,347	9,782	
	KG	9	161,89	32,169	10,723	
IsokinFussPlantmax	IG	9	126,44	22,919	7,640	
	KG	9	118,22	24,427	8,142	
Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht		Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
IsomKnieRelmax	IG	9	2,5833	,50396	,16799	
	KG	9	3,0156	,57600	,19200	
IsokinKnieExtRelmax	IG	9	2,7778	,20638	,06879	
	KG	9	2,7667	,40028	,13343	
IsomFussRelmax	IG	9	2,8544	,54053	,18018	
	KG	9	2,7744	,49955	,16652	
IsokinFussPlantRelmax	IG	9	2,1833	,37350	,12450	
	KG	9	2,0189	,35173	,11724	

Tab. 18.4: *t*-Test auf Mittelwertunterschiede bei unabhängigen Stichproben zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe im Pretest, Studie II

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Sign.	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Alter	Varianzen sind gleich	,041	,841	-,337	16	,740	-,444	1,318	-3,239	2,350
	Varianzen sind nicht gleich			-,337	15,870	,740	-,444	1,318	-3,241	2,352
KH	Varianzen sind gleich	2,050	,171	,819	16	,425	1,667	2,034	-2,646	5,979
	Varianzen sind nicht gleich			,819	14,322	,426	1,667	2,034	-2,688	6,021
Gewicht	Varianzen sind gleich	3,929	,065	-,282	16	,781	-,82444	2,92211	-7,01903	5,37014
	Varianzen sind nicht gleich			-,282	13,240	,782	-,82444	2,92211	-7,12564	5,47675
BMI	Varianzen sind gleich	3,625	,075	-,787	16	,443	-,74444	,94635	-2,75063	1,26174
	Varianzen sind nicht gleich			-,787	11,863	,447	-,74444	,94635	-2,80901	1,32012
Gdreamw	Varianzen sind gleich	1,091	,314	,319	14	,755	2,56821	8,05773	-14,71390	19,85033
	Varianzen sind nicht gleich			,307	10,757	,765	2,56821	8,37792	-15,92232	21,05875
Gdrea mw_x	Varianzen sind gleich	,203	,659	-,184	14	,857	-1,16834	6,35844	-14,80583	12,46916
	Varianzen sind nicht gleich			-,181	12,241	,859	-1,16834	6,45339	-15,19843	12,86175
Gdrea mw_y	Varianzen sind gleich	1,019	,330	1,095	14	,292	5,24219	4,78849	-5,02810	15,51248
	Varianzen sind nicht gleich			1,043	10,196	,321	5,24219	5,02419	-5,92333	16,40771
CMJmax	Varianzen sind gleich	,218	,647	-,761	16	,458	-1,52222	2,00130	-5,76480	2,72035
	Varianzen sind nicht gleich			-,761	15,980	,458	-1,52222	2,00130	-5,76524	2,72079
Dropmax	Varianzen sind gleich	,003	,954	-1,192	16	,251	-3,67778	3,08549	-10,21872	2,86317
	Varianzen sind nicht gleich			-1,192	15,851	,251	-3,67778	3,08549	-10,22373	2,86818

DropBKZ min	Varianzen sind gleich	,001	,972	-1,436	16	,170	-,01133	,00789	-,02806	,00540
	Varianzen sind nicht gleich			-1,436	16,000	,170	-,01133	,00789	-,02806	,00540
Perfor- mancelnd	Varianzen sind gleich	,003	,954	-,846	16	,410	-,17749	,20991	-,62248	,26751
	Varianzen sind nicht gleich			-,846	15,992	,410	-,17749	,20991	-,62250	,26753
IsomKnie max	Varianzen sind gleich	1,383	,257	-1,753	16	,099	-28,222	16,098	-62,348	5,903
	Varianzen sind nicht gleich			-1,753	13,918	,102	-28,222	16,098	-62,767	6,323
Isokin Knie Extmax	Varianzen sind gleich	3,384	,084	-,170	16	,867	-2,111	12,452	-28,508	24,286
	Varianzen sind nicht gleich			-,170	11,267	,868	-2,111	12,452	-29,439	25,216
IsomFuss max	Varianzen sind gleich	,117	,737	,191	16	,851	2,778	14,515	-27,992	33,548
	Varianzen sind nicht gleich			,191	15,867	,851	2,778	14,515	-28,013	33,569
Isokin Fuss Plantmax	Varianzen sind gleich	,153	,701	,736	16	,472	8,222	11,165	-15,447	31,892
	Varianzen sind nicht gleich			,736	15,935	,472	8,222	11,165	-15,455	31,899

Tab. 18.5: *t*-Test auf Mittelwertunterschiede bei unabhängigen Stichproben zwischen Interventionsgruppe und Kontrollgruppe im Pretest (Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht), Studie II

		Levene-Test der Varianz- gleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Sign.	T	df	Sig. (2- seitig)	Mittlere Differenz	Standardf ehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
IsomKnie Relmax	Varianzen sind gleich	,334	,571	-1,694	16	,110	-,43222	,25511	-,97304	,10860
	Varianzen sind nicht gleich			-1,694	15,723	,110	-,43222	,25511	-,97382	,10937
IsokinKnie ExtRelmax	Varianzen sind gleich	4,284	,055	,074	16	,942	,01111	,15012	-,30713	,32935
	Varianzen sind nicht gleich			,074	11,973	,942	,01111	,15012	-,31605	,33827
IsomFuss Relmax	Varianzen sind gleich	,150	,703	,326	16	,749	,08000	,24534	-,44010	,60010
	Varianzen sind nicht gleich			,326	15,902	,749	,08000	,24534	-,44036	,60036
IsokinFuss PlantRel max	Varianzen sind gleich	,073	,790	,962	16	,351	,16444	,17101	-,19809	,52698
	Varianzen sind nicht gleich			,962	15,943	,351	,16444	,17101	-,19819	,52708

Tab. 18.6: Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) aller Parameter der Interventionsgruppe im Pre- und Posttest, Studie II

			Gdreamw	GdreamwPost	Gdreamw_x
N			7	9	7
Parameter	der	Mittelwert	61,4872	53,4506	49,1687
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	18,54886	13,78111	13,40254
Extremste Differenzen		Absolut	,208	,198	,169
		Positiv	,208	,198	,169
		Negativ	-,116	-,133	-,142
Kolmogorov-Smirnov-Z			,550	,595	,448
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,922	,871	,988
			Gdreamw_xPost	Gdreamw_y	Gdreamw_yPost
N			9	7	9
Parameter	der	Mittelwert	45,1520	26,3781	19,6492
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	12,29322	11,36400	7,57434
Extremste Differenzen		Absolut	,133	,257	,204
		Positiv	,133	,257	,204
		Negativ	-,108	-,170	-,174
Kolmogorov-Smirnov-Z			,400	,681	,611
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,997	,743	,850
			CMJmax	CMJmaxPost	Dropmax
N			9	9	9
Parameter	der	Mittelwert	27,9778	28,1222	18,5111
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	4,32053	5,80275	6,85555
Extremste Differenzen		Absolut	,230	,238	,150
		Positiv	,230	,238	,150
		Negativ	-,172	-,146	-,129
Kolmogorov-Smirnov-Z			,689	,714	,450
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,729	,687	,988
			DropmaxPost	DropBKZmin	DropBKZminPost
N			9	9	9
Parameter	der	Mittelwert	20,6444	,1678	,1627
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	6,15713	,01678	,01778
Extremste Differenzen		Absolut	,136	,135	,226
		Positiv	,136	,128	,226
		Negativ	-,135	-,135	-,174
Kolmogorov-Smirnov-Z			,408	,405	,679
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,996	,997	,746
			Performancelnd	Performancelndpost	
N			9	9	9
Parameter	der	Mittelwert	,7972	,9875	
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	,44016	,44061	
Extremste Differenzen		Absolut	,199	,208	
		Positiv	,199	,173	
		Negativ	-,134	-,208	
Kolmogorov-Smirnov-Z			,597	,624	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,868	,831	
			IsomKniemax	IsomKniemaxPost	
N			9	9	9
Parameter	der	Mittelwert	148,89	155,00	
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	26,742	21,737	
Extremste Differenzen		Absolut	,205	,151	
		Positiv	,201	,106	
		Negativ	-,205	-,151	
Kolmogorov-Smirnov-Z			,616	,454	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,843	,986	
			IsokinKnieExtmax	IsokinKnieExtmaxPost	
N			9	9	9
Parameter	der	Mittelwert	160,67	157,11	
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	15,668	14,461	
Extremste Differenzen		Absolut	,176	,219	
		Positiv	,176	,199	
		Negativ	-,125	-,219	
Kolmogorov-Smirnov-Z			,527	,656	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,944	,783	
			IsomFussmax	IsomFussmaxPost	
N			9	9	9
Parameter	der	Mittelwert	164,67	192,89	
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	29,347	31,644	
Extremste Differenzen		Absolut	,130	,228	
		Positiv	,108	,125	
		Negativ	-,130	-,228	

Kolmogorov-Smirnov-Z		,389	,683
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,998	,739
		IsokinFussPlantmax	IsokinFussPlantmaxPost
N		9	9
Parameter	der		
	Mittelwert	126,44	142,33
Normalverteilung ^{a,b}	Standardabweichung	22,919	24,698
Extremste Differenzen	Absolut	,201	,168
	Positiv	,123	,150
	Negativ	-,201	-,168
Kolmogorov-Smirnov-Z		,603	,504
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,860	,961

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

c. Gruppe = Interventionsgruppe

Tab. 18.7: Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest) aller Parameter der Kontrollgruppe im Pre- und Posttest, Studie II

			Gdreamw	GdreamwPost	Gdreamw_x
N			9	9	9
Parameter	der	Mittelwert	58,9190	57,5692	50,3370
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	13,76018	15,09704	11,99438
Extremste Differenzen		Absolut	,170	,174	,109
		Positiv	,120	,174	,108
		Negativ	-,170	-,136	-,109
Kolmogorov-Smirnov-Z			,510	,521	,328
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,957	,949	1,000
			Gdreamw_xPost	Gdreamw_y	Gdreamw_yPost
N			9	9	9
Parameter	der	Mittelwert	50,5803	21,1359	19,0237
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	13,77039	7,81948	6,69202
Extremste Differenzen		Absolut	,253	,149	,179
		Positiv	,253	,149	,179
		Negativ	-,161	-,132	-,100
Kolmogorov-Smirnov-Z			,758	,448	,537
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,613	,988	,936
			CMJmax	CMJmaxPost	Dropmax
N			9	9	9
Parameter	der	Mittelwert	29,5000	29,3667	22,1889
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	4,16893	4,91325	6,21962
Extremste Differenzen		Absolut	,132	,120	,164
		Positiv	,132	,107	,148
		Negativ	-,120	-,120	-,164
Kolmogorov-Smirnov-Z			,395	,359	,491
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,998	1,000	,969
			DropmaxPost	DropBKZmin	DropBKZminPost
N			9	9	9
Parameter	der	Mittelwert	20,4444	,1791	,1833
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	5,68993	,01671	,02159
Extremste Differenzen		Absolut	,248	,124	,288
		Positiv	,248	,106	,172
		Negativ	-,156	-,124	-,288
Kolmogorov-Smirnov-Z			,744	,373	,864
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,638	,999	,445
			PerformanceInd	PerformanceIndpost	
N			9	9	
Parameter	der	Mittelwert	,9747	,8872	
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	,45036	,37811	
Extremste Differenzen		Absolut	,227	,222	
		Positiv	,227	,222	
		Negativ	-,134	-,129	
Kolmogorov-Smirnov-Z			,681	,667	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,743	,765	
			IsomKniemax	IsomKniemaxPost	
N			9	9	
Parameter	der	Mittelwert	177,11	176,67	
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	40,213	48,900	
Extremste Differenzen		Absolut	,152	,145	
		Positiv	,152	,145	
		Negativ	-,116	-,102	
Kolmogorov-Smirnov-Z			,456	,434	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,985	,992	
			IsokinKnieExtmax	IsokinKnieExtmaxPost	
N			9	9	
Parameter	der	Mittelwert	162,78	160,00	
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	33,911	37,799	
Extremste Differenzen		Absolut	,235	,225	
		Positiv	,235	,225	
		Negativ	-,160	-,124	
Kolmogorov-Smirnov-Z			,704	,675	
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)			,704	,752	
			IsomFussmax	IsomFussmaxPost	
N			9	9	
Parameter	der	Mittelwert	161,89	173,67	
Normalverteilung ^{a,b}		Standardabweichung	32,169	33,978	
Extremste Differenzen		Absolut	,242	,344	
		Positiv	,242	,344	
		Negativ	-,161	-,252	

Kolmogorov-Smirnov-Z		,727	1,032
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,667	,237
		IsokinFussPlantmax	IsokinFussPlantmaxPost
N		9	9
Parameter	der Mittelwert	118,22	135,33
Normalverteilung ^{a,b}	Standardabweichung	24,427	28,200
Extremste Differenzen	Absolut	,249	,268
	Positiv	,249	,268
	Negativ	-,181	-,182
Kolmogorov-Smirnov-Z		,746	,805
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,633	,536

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

c. Gruppe = Kontrollgruppe

Tab. 18.8: Deskriptive Statistik aller Parameter von Interventionsgruppe (IG) und Kontrollgruppe (KG) aus dem Posttest, Studie II

	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
GewichtPost	IG	9	58,3211	4,33668	1,44556
	KG	9	60,1456	7,41338	2,47113
BMIPost	IG	9	20,5111	1,15590	,38530
	KG	9	21,6000	2,52290	,84097
GdreamwPost	IG	9	53,4506	13,78111	4,59370
	KG	9	57,5692	15,09704	5,03235
Gdreamw_xPost	IG	9	45,1520	12,29322	4,09774
	KG	9	50,5803	13,77039	4,59013
Gdreamw_yPost	IG	9	19,6492	7,57434	2,52478
	KG	9	19,0237	6,69202	2,23067
CMJmaxPost	IG	9	28,1222	5,80275	1,93425
	KG	9	29,3667	4,91325	1,63775
DropmaxPost	IG	9	20,6444	6,15713	2,05238
	KG	9	20,4444	5,68993	1,89664
DropBKZminPost	IG	9	,1627	,01778	,00593
	KG	9	,1833	,02159	,00720
PerformIndexpost	IG	9	,9875	,44061	,14687
	KG	9	,8872	,37811	,12604
IsomKniemaxPost	IG	9	155,00	21,737	7,246
	KG	9	176,67	48,900	16,300
IsokinKnieExtmaxPost	IG	9	157,11	14,461	4,820
	KG	9	160,00	37,799	12,600
IsomFussmaxPost	IG	9	192,89	31,644	10,548
	KG	9	173,67	33,978	11,326
IsokinFussPlantmaxPost	IG	9	142,33	24,698	8,233
	KG	9	135,33	28,200	9,400
Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht					
	Gruppe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
IsomKnieRelmaxPost	IG	9	2,6722	,43943	,14648
	KG	9	2,9178	,60116	,20039
IsokinKnieExtRelmax Post	IG	9	2,6978	,20867	,06956
	KG	9	2,6533	,45858	,15286
IsomFussRelmaxPost	IG	9	3,3133	,53367	,17789
	KG	9	2,8878	,37662	,12554
IsokinFussPlantRelmax Post	IG	9	2,4433	,40755	,13585
	KG	9	2,2489	,31267	,10422

Tab. 18.9: *Einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung (Vergleich Pretest und Posttest der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe), Studie II (Isometrik: Werte in Relation zum Körpergewicht)*

Zeit	Abhängige Variable						
1	Gdreamw						
2	GdreamwPost						
Effekt			Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.
Zeit	Pillai-Spur		,172	2,905 ^a	1,000	14,000	,110
	Wilks-Lambda		,828	2,905 ^a	1,000	14,000	,110
	Hotelling-Spur		,207	2,905 ^a	1,000	14,000	,110
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,207	2,905 ^a	1,000	14,000	,110
Zeit * Gruppe	Pillai-Spur		,106	1,654 ^a	1,000	14,000	,219
	Wilks-Lambda		,894	1,654 ^a	1,000	14,000	,219
	Hotelling-Spur		,118	1,654 ^a	1,000	14,000	,219
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,118	1,654 ^a	1,000	14,000	,219

a. Exakte Statistik

b. Design: Konstanter Term + Gruppe

Innersubjektdesign: Zeit

Zeit	Abhängige Variable						
1	Gdreamw_x						
2	Gdreamw_xPost						
Effekt			Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.
Zeit	Pillai-Spur		,074	1,117 ^a	1,000	14,000	,309
	Wilks-Lambda		,926	1,117 ^a	1,000	14,000	,309
	Hotelling-Spur		,080	1,117 ^a	1,000	14,000	,309
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,080	1,117 ^a	1,000	14,000	,309
Zeit * Gruppe	Pillai-Spur		,085	1,297 ^a	1,000	14,000	,274
	Wilks-Lambda		,915	1,297 ^a	1,000	14,000	,274
	Hotelling-Spur		,093	1,297 ^a	1,000	14,000	,274
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,093	1,297 ^a	1,000	14,000	,274

a. Exakte Statistik

b. Design: Konstanter Term + Gruppe

Innersubjektdesign: Zeit

Zeit	Abhängige Variable						
1	Gdreamw_y						
2	Gdreamw_yPost						
Effekt			Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.
Zeit	Pillai-Spur		,253	4,733 ^a	1,000	14,000	,047
	Wilks-Lambda		,747	4,733 ^a	1,000	14,000	,047
	Hotelling-Spur		,338	4,733 ^a	1,000	14,000	,047
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,338	4,733 ^a	1,000	14,000	,047
Zeit * Gruppe	Pillai-Spur		,067	1,008 ^a	1,000	14,000	,332
	Wilks-Lambda		,933	1,008 ^a	1,000	14,000	,332
	Hotelling-Spur		,072	1,008 ^a	1,000	14,000	,332
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,072	1,008 ^a	1,000	14,000	,332

a. Exakte Statistik

b. Design: Konstanter Term + Gruppe

Innersubjektdesign: Zeit

Zeit	Abhängige Variable						
1	CMJmax						
2	CMJmaxPost						
Effekt			Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.
Zeit	Pillai-Spur		,000	,000 ^a	1,000	16,000	,990
	Wilks-Lambda		1,000	,000 ^a	1,000	16,000	,990
	Hotelling-Spur		,000	,000 ^a	1,000	16,000	,990
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,000	,000 ^a	1,000	16,000	,990
Zeit * Gruppe	Pillai-Spur		,007	,105 ^a	1,000	16,000	,750
	Wilks-Lambda		,993	,105 ^a	1,000	16,000	,750
	Hotelling-Spur		,007	,105 ^a	1,000	16,000	,750
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,007	,105 ^a	1,000	16,000	,750

a. Exakte Statistik

b. Design: Konstanter Term + Gruppe

Innersubjektdesign: Zeit

Zeit	Abhängige Variable					
1	Dropmax					
2	DropmaxPost					
Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.
Zeit	Pillai-Spur	,002	,026 ^a	1,000	16,000	,875
	Wilks-Lambda	,998	,026 ^a	1,000	16,000	,875
	Hotelling-Spur	,002	,026 ^a	1,000	16,000	,875
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,002	,026 ^a	1,000	16,000	,875
	Zeit * Gruppe	Pillai-Spur	,137	2,537 ^a	1,000	16,000
Wilks-Lambda		,863	2,537 ^a	1,000	16,000	,131
Hotelling-Spur		,159	2,537 ^a	1,000	16,000	,131
Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,159	2,537 ^a	1,000	16,000	,131

a. Exakte Statistik

b. Design: Konstanter Term + Gruppe

Innersubjektdesign: Zeit

Zeit	Abhängige Variable					
1	DropBKZmin					
2	DropBKZminPost					
Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.
Zeit	Pillai-Spur	,001	,016 ^a	1,000	16,000	,900
	Wilks-Lambda	,999	,016 ^a	1,000	16,000	,900
	Hotelling-Spur	,001	,016 ^a	1,000	16,000	,900
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,001	,016 ^a	1,000	16,000	,900
	Zeit * Gruppe	Pillai-Spur	,101	1,788 ^a	1,000	16,000
Wilks-Lambda		,899	1,788 ^a	1,000	16,000	,200
Hotelling-Spur		,112	1,788 ^a	1,000	16,000	,200
Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,112	1,788 ^a	1,000	16,000	,200

a. Exakte Statistik

b. Design: Konstanter Term + Gruppe

Innersubjektdesign: Zeit

Zeit	Abhängige Variable					
1	IsomKniemax					
2	IsomKniemaxPost					
Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.
Zeit	Pillai-Spur	,000	,003 ^a	1,000	16,000	,955
	Wilks-Lambda	1,000	,003 ^a	1,000	16,000	,955
	Hotelling-Spur	,000	,003 ^a	1,000	16,000	,955
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,000	,003 ^a	1,000	16,000	,955
	Zeit * Gruppe	Pillai-Spur	,084	1,473 ^a	1,000	16,000
Wilks-Lambda		,916	1,473 ^a	1,000	16,000	,242
Hotelling-Spur		,092	1,473 ^a	1,000	16,000	,242
Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,092	1,473 ^a	1,000	16,000	,242

a. Exakte Statistik

b. Design: Konstanter Term + Gruppe

Innersubjektdesign: Zeit

Zeit	Abhängige Variable					
1	IsokinKnieExtmax					
2	IsokinKnieExtmaxPost					
Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.
Zeit	Pillai-Spur	,197	3,935 ^a	1,000	16,000	,065
	Wilks-Lambda	,803	3,935 ^a	1,000	16,000	,065
	Hotelling-Spur	,246	3,935 ^a	1,000	16,000	,065
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	,246	3,935 ^a	1,000	16,000	,065
	Zeit * Gruppe	Pillai-Spur	,007	,117 ^a	1,000	16,000
Wilks-Lambda		,993	,117 ^a	1,000	16,000	,737
Hotelling-Spur		,007	,117 ^a	1,000	16,000	,737
Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,007	,117 ^a	1,000	16,000	,737

a. Exakte Statistik

b. Design: Konstanter Term + Gruppe

Innersubjektdesign: Zeit

Zeit	Abhängige Variable					
1	IsomFussmax					
2	IsomFussmaxPost					
Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.
Zeit	Pillai-Spur	,522	17,491 ^a	1,000	16,000	,001
	Wilks-Lambda	,478	17,491 ^a	1,000	16,000	,001
	Hotelling-Spur	1,093	17,491 ^a	1,000	16,000	,001
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	1,093	17,491 ^a	1,000	16,000	,001
	Zeit * Gruppe	Pillai-Spur	,285	6,378 ^a	1,000	16,000
Wilks-Lambda		,715	6,378 ^a	1,000	16,000	,022
Hotelling-Spur		,399	6,378 ^a	1,000	16,000	,022
Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,399	6,378 ^a	1,000	16,000	,022

a. Exakte Statistik

b. Design: Konstanter Term + Gruppe

Innersubjektdesign: Zeit

Zeit	Abhängige Variable					
1	IsokinFussPlantmax					
2	IsokinFussPlantmaxPost					
Effekt		Wert	F	Hypothese df	Fehler df	Sig.
Zeit	Pillai-Spur	,679	33,910 ^a	1,000	16,000	,000
	Wilks-Lambda	,321	33,910 ^a	1,000	16,000	,000
	Hotelling-Spur	2,119	33,910 ^a	1,000	16,000	,000
	Größte charakteristische Wurzel nach Roy	2,119	33,910 ^a	1,000	16,000	,000
	Zeit * Gruppe	Pillai-Spur	,008	,127 ^a	1,000	16,000
Wilks-Lambda		,992	,127 ^a	1,000	16,000	,726
Hotelling-Spur		,008	,127 ^a	1,000	16,000	,726
Größte charakteristische Wurzel nach Roy		,008	,127 ^a	1,000	16,000	,726

a. Exakte Statistik

b. Design: Konstanter Term + Gruppe

Innersubjektdesign: Zeit

Tab. 18.10: *t*-Test auf Mittelwertunterschiede bei verbundenen Stichproben (Vergleich Pretest und Posttest der Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht der Interventionsgruppe), Studie II)

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)		
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz					
					Untere				Obere	
Paaren 1	IsomFussRelmax IsomFussRelmaxPost	-	-,45889	,26512	,08837	-,66267	-,25510	-5,193	8	,001

a. Gruppe = Interventionsgruppe

Tab. 18.11: *t*-Test auf Mittelwertunterschiede bei verbundenen Stichproben (Vergleich Pretest und Posttest der Isometrikwerte in Relation zum Körpergewicht der Kontrollgruppe), Studie II)

		Gepaarte Differenzen				T	df	Sig. (2-seitig)		
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz					
					Untere				Obere	
Paaren 1	IsomFussRelmax IsomFussRelmaxPost	-	-,11333	,31337	,10446	-,35421	,12754	-1,085	8	,310

a. Gruppe = Kontrollgruppe

Tab. 18.12: Pearson-Korrelation aller Parameter im Pre- und Posttest der Interventionsgruppe (N= 7) der Studie II gesamt (Excel-Tabelle exportiert aus SPSS)

		Alter	KH	Gewic ht	Gewic htPost	BMI	BMIPo st	Gstm w	Gstm wPost	Gdrea mw	Gdrea mwPo st	Gdpro mw	Gdpro mwPo st	CMJm ax	CMJm axPos t	Drop max	Drop maxP ost	DropB KZmin	DropB KZmin Post	IsomK niema x	IsomK niema xPost	Isokin KnieE xtmax	Isokin KnieE xtmax Post	IsomF ussma x	IsomF ussma xPost	Isokin FussP lantma x	Isokin FussP lantma xPost	Perfor mnde x	Perfor mnde xPost
Alter	Korrelation nach Pearson	1	,013	,026	-,046	,009	-,073	,138	-,224	,561	,222	,545	,219	-,109	-,159	,219	,121	,576	-,012	,033	,194	-,173	-,490	,173	,372	,251	,271	-,134	-,023
	Signifikanz (2-seitig)		,975	,947	,906	,982	,851	,722	,562	,190	,566	,163	,571	,779	,684	,571	,757	,104	,975	,932	,617	,657	,181	,656	,324	,515	,481	,731	,954
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
KH	Korrelation nach Pearson	,013	1	,612	,664	-,149	-,138	-,098	,428	,175	-,201	-,676	-,470	,060	,049	-,453	-,220	,303	,028	-,055	-,185	,268	,599	,110	,366	,381	,429	-,477	,035
	Signifikanz (2-seitig)	,975		,080	,051	,703	,724	,803	,250	,707	,604	,066	,202	,879	,900	,221	,569	,428	,943	,887	,633	,486	,088	,778	,333	,312	,249	,195	,929
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Gewicht	Korrelation nach Pearson	,026	,612	1	,966	,691	,650	-,445	-,041	,113	-,275	-,387	-,325	-,302	-,323	-,566	-,206	,297	,346	,069	-,070	,654	,500	,053	,216	,384	,270	-,632	-,221
	Signifikanz (2-seitig)	,947	,080		,000	,039	,058	,230	,917	,809	,473	,343	,393	,429	,396	,112	,596	,438	,362	,861	,859	,056	,170	,891	,576	,307	,482	,068	,567
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
GewichtPost	Korrelation nach Pearson	-,046	,664	,966	1	,604	,648	-,516	-,059	-,014	-,402	-,578	-,502	-,247	-,262	-,676	-,344	,124	,229	,039	-,057	,653	,560	,091	,249	,404	,313	-,660	-,273
	Signifikanz (2-seitig)	,906	,051	,000		,085	,059	,155	,880	,977	,283	,133	,169	,521	,495	,046	,365	,750	,553	,920	,885	,057	,117	,817	,518	,280	,412	,053	,477
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
BMI	Korrelation nach Pearson	,009	-,149	,691	,604	1	,944	-,467	-,429	-,019	-,176	,042	,030	-,456	-,474	-,313	-,082	,095	,434	,103	,063	,565	,090	,007	-,030	,163	-,024	-,367	-,341
	Signifikanz (2-seitig)	,982	,703	,039	,085		,000	,204	,249	,967	,650	,921	,940	,217	,197	,412	,834	,809	,243	,792	,873	,113	,817	,985	,939	,675	,952	,331	,370
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
BMIPost	Korrelation nach Pearson	-,073	-,138	,650	,648	,944	1	-,598	-,520	-,245	-,344	-,198	-,188	-,397	-,407	-,445	-,266	-,149	,287	,090	,117	,586	,140	,041	-,016	,171	,000	-,293	-,430
	Signifikanz (2-seitig)	,851	,724	,058	,059	,000		,089	,151	,596	,365	,638	,629	,290	,276	,230	,489	,701	,454	,817	,765	,098	,720	,916	,967	,680	1,000	,396	,248
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Gstmw	Korrelation nach Pearson	,138	-,098	-,445	-,516	-,467	-,598	1	,744	,102	,060	,405	,211	-,137	-,142	,261	,573	,156	-,194	-,536	-,707	-,703	-,428	,157	,314	,112	,344	,136	,472
	Signifikanz (2-seitig)	,722	,803	,230	,155	,204	,089		,022	,827	,878	,319	,587	,725	,716	,498	,107	,688	,618	-,137	,033	,035	,250	,687	,411	,774	,364	,727	,200
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
GstmwPost	Korrelation nach Pearson	-,224	,428	-,041	-,059	-,429	-,520	,744	1	,203	-,090	-,056	,012	-,258	-,260	-,227	-,179	,220	,090	-,658	-,860	-,474	,079	,230	,443	,264	,486	-,245	,207
	Signifikanz (2-seitig)	,562	,250	,917	,880	,249	,151	,022		,663	,817	,896	,976	,503	,499	,557	,645	,569	,818	,054	,003	,197	,840	,551	,232	,492	,184	,525	,592
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Gdreamw	Korrelation nach Pearson	,561	,175	,113	-,014	-,019	-,245	,102	,203	1	,843	,749	,736	-,184	-,311	-,179	,014	,854	,619	-,013	,033	,015	-,141	,466	,556	,456	,345	-,537	-,245
	Signifikanz (2-seitig)	,190	,707	,809	,977	,967	,596	,827	,663		,017	,087	,059	,693	,497	,701	,976	,014	,138	,978	,944	,974	,763	,292	,195	,304	,448	,214	,597
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
GdreamwPost	Korrelation nach Pearson	,222	-,201	-,275	-,402	-,176	-,344	,060	-,090	,843	1	,609	,739	,299	,217	,321	,369	,530	,285	,452	,330	,068	-,134	-,176	-,288	-,304	-,407	,082	,215
	Signifikanz (2-seitig)	,566	,604	,473	,283	,650	,365	,878	,817	,017		,109	,023	,435	,575	,400	,328	,143	,457	,222	,386	,862	,730	,651	,452	,426	,276	,833	,579
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Gdpromw	Korrelation nach Pearson	,545	-,676	-,387	-,578	,042	-,198	,405	-,056	,749	,609	1	,850	-,302	-,320	,536	,334	,710	,360	-,115	,007	-,471	-,731	,009	,015	-,128	-,125	,228	-,029
	Signifikanz (2-seitig)	,163	,066	,343	,133	,921	,638	,319	,896	,087	,109		,008	,467	,439	,171	,418	,049	,381	,786	,987	,239	,040	,984	,971	,762	,767	,588	,946
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
GdpromwPost	Korrelation nach Pearson	,219	-,470	-,325	-,502	,030	-,188	,211	,012	,736	,739	,850	1	-,233	-,296	,330	,197	,613	,654	-,044	,035	-,236	-,345	,143	,000	-,081	-,166	,085	-,174
	Signifikanz (2-seitig)	,571	,202	,393	,169	,940	,629	,587	,976	,059	,023	,008		,547	,439	,386	,612	,079	,056	,911	,929	,541	,364	,714	1,000	,837	,670	,828	,655
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
CMJmax	Korrelation nach Pearson	-,109	,060	-,302	-,247	-,456	-,397	-,137	-,258	-,184	,299	-,302	-,233	1	,987	,531	,409	-,296	-,597	,759	,586	,353	,368	-,244	-,464	-,248	-,356	,822	,680
	Signifikanz (2-seitig)	,779	,879	,429	,521	,217	,290	,725	,503	,693	,435	,467	,547		,000	,141	,274	,440	,090	,018	,097	,351	,330	,528	,209	,520	,347	,074	,044
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
CMJmaxPost	Korrelation nach Pearson	-,159	,049	-,323	-,262	-,474	-,407	-,142	-,260	-,311	,217	-,320	-,296	,987	1	,550	,369	-,374	-,658	,745	,586	,297	,330	-,343	-,540	-,341	-,424	,671	,675
	Signifikanz (2-seitig)	,684	,900	,396	,495	,197	,276	,716	,499	,497	,575	,439	,439	,000		,125	,328	,321	,054	,021	,097	,438	,386	,366	,134	,369	,255	,048	,046
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Dropmax	Korrelation nach Pearson	,219	-,453	-,566	-,676	-,313	-,445	,261	-,227	-,179	,321	,536	,330	,531	,550	1	,595	,020	-,307	,413	,411	-,159	-,228	-,164	-,369	-,264	-,337	,904	,545
	Signifikanz (2-seitig)	,571	,221	,112	,046	,412	,230	,498	,557	,701	,400	,171	,386	,141	,125		,091	,960	,422	,270	,271	,682	,555	,673	,328	,492	,376	,001	,129
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	7	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
DropmaxPost	Korrelation nach Pearson	,121	-,220	-,206	-,344	-,082	-,266	,573	,179	,014	,369	,334																	

Tab. 18.13: Pearson-Korrelation aller Parameter im Pre- und Posttest der Kontrollgruppe (N= 9) der Studie II gesamt (Excel-Tabelle exportiert aus SPSS)

		Alter	KH	Gewicht	GewichtPost	BMI	BMIPost	Gstmw	GstmwPost	Gdreamw	GdreamwPost	Gdpromw	GdpromwPost	CMJmax	CMJmaxPost	Dropmax	DropmaxPost	DropBKZmin	DropBKZminPost	IsomKniemax	IsomKniemaxPost	IsokinKnieExtmax	IsomFussmax	IsomFussmaxPost	IsokinFussPlatmax	IsomPlatmax	Performinde	PerformindePost	
Alter	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	1	-.330 .385 9	-.856 .003 9	-.874 .002 9	-.759 .018 9	-.782 .013 9	-.807 .009 9	-.850 .004 9	-.365 .334 9	-.237 .539 9	-.183 .638 9	-.026 .947 9	-.222 .566 9	-.161 .679 9	-.321 .400 9	-.276 .473 9	-.429 .249 9	-.192 .621 9	-.180 .642 9	-.443 .232 9	-.403 .283 9	-.445 .230 9	-.207 .593 9	-.561 .116 9	-.407 .277 9	-.481 .190 9	-.109 .779 9	-.186 .632 9
KH	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.330 .385 9	1	.299 .434 9	.301 .431 9	-.056 .885 9	-.062 .874 9	.543 .131 9	.454 .220 9	.639 .064 9	.484 .356 9	.356 .526 9	.619 .187 9	.405 .347 9	.589 .076 9	.630 .280 9	.351 .095 9	.149 .355 9	.585 .702 9	.502 .098 9	.323 .168 9	.535 .138 9	.515 .156 9	.558 .118 9	.443 .232 9	.272 .478 9	.249 .519 9	.508 .163 9	
Gewicht	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.856 .003 9	.299 .434 9	1	.993 .000 9	.935 .000 9	.928 .000 9	.878 .002 9	.753 .019 9	.301 .431 9	-.032 .935 9	-.087 .824 9	-.279 .467 9	-.102 .793 9	.018 .964 9	.392 .296 9	.515 .156 9	.279 .467 9	-.222 .560 9	.560 .117 9	.690 .022 9	.695 .038 9	.350 .356 9	.641 .063 9	.504 .167 9	.638 .065 9	.221 .568 9	.529 .143 9	
GewichtPost	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.874 .002 9	.301 .431 9	.993 .000 9	1	.924 .000 9	.932 .000 9	.871 .002 9	.757 .018 9	.302 .430 9	-.011 .978 9	-.039 .920 9	-.308 .419 9	-.159 .682 9	-.062 .874 9	.427 .252 9	.501 .170 9	.225 .561 9	-.230 .552 9	.529 .143 9	.705 .034 9	.662 .052 9	.658 .054 9	.403 .282 9	.670 .048 9	.552 .123 9	.664 .051 9	.270 .482 9	.531 .141 9
BMI	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.759 .018 9	-.056 .885 9	.935 .000 9	.924 .000 9	1	.992 .000 9	.711 .032 9	.703 .035 9	.606 .073 9	-.228 .233 9	-.482 .547 9	-.329 .189 9	-.120 .388 9	.191 .758 9	.306 .622 9	.159 .431 9	-.301 .310 9	.382 .090 9	.597 .082 9	.609 .140 9	.532 .173 9	.454 .220 9	.356 .234 9	.558 .119 9	.712 .175 9	.377 .318 9		
BMIPost	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.782 .013 9	-.062 .874 9	.928 .000 9	.932 .000 9	.992 .000 9	1	.703 .035 9	.613 .079 9	.070 .857 9	-.204 .599 9	-.183 .637 9	-.514 .157 9	-.398 .288 9	-.212 .584 9	.219 .464 9	.281 .785 9	.107 .429 9	-.303 .372 9	.339 .124 9	.551 .107 9	.572 .185 9	.486 .570 9	.220 .194 9	.477 .286 9	.400 .102 9	.579 .628 9	.188 .330 9	
Gstmw	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.807 .009 9	.543 .131 9	.878 .002 9	.871 .002 9	.711 .035 9	.703 .035 9	1	.928 .000 9	.535 .137 9	-.028 .943 9	-.091 .808 9	.095 .693 9	.154 .330 9	.368 .562 9	.368 .515 9	.526 .146 9	.002 .995 9	.573 .107 9	.763 .113 9	.565 .036 9	.699 .275 9	.608 .403 9	.500 .282 9	.500 .171 9	.500 .142 9	.488 .183 9		
GstmwPost	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.850 .004 9	.454 .220 9	.753 .019 9	.757 .018 9	.606 .084 9	.613 .079 9	.928 .000 9	1	.522 .149 9	.581 .101 9	.095 .806 9	.017 .964 9	-.097 .805 9	-.057 .885 9	.153 .694 9	.266 .489 9	.686 .041 9	.288 .520 9	.248 .131 9	.543 .500 9	.259 .245 9	.433 .956 9	.022 .294 9	.394 .641 9	.181 .507 9	.255 .852 9	.145 .709 9	
Gdreamw	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.365 .334 9	.639 .064 9	.301 .431 9	.302 .430 9	.073 .853 9	.070 .857 9	.535 .137 9	.522 .149 9	1	.501 .170 9	.706 .033 9	.550 .282 9	.403 .310 9	.382 .625 9	.398 .212 9	.398 .289 9	.212 .585 9	-.077 .845 9	.290 .662 9	-.170 .832 9	.083 .553 9	.229 .492 9	.264 .453 9	.288 .027 9	.075 .847 9	.388 .303 9	.302 .428 9	
GdreamwPost	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.237 .539 9	.484 .187 9	-.032 .935 9	-.011 .978 9	-.228 .555 9	-.204 .362 9	.346 .101 9	.581 .170 9	.501 .170 9	1	.249 .518 9	.437 .239 9	-.011 .977 9	-.190 .625 9	-.151 .891 9	.187 .627 9	.652 .057 9	.586 .097 9	-.186 .631 9	.009 .981 9	-.484 .186 9	-.193 .620 9	-.261 .497 9	-.163 .676 9	-.293 .444 9	-.414 .268 9	-.373 .322 9	.341 .369 9
Gdpromw	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.183 .638 9	.356 .347 9	-.087 .824 9	-.039 .920 9	-.233 .547 9	-.183 .637 9	.028 .943 9	.095 .808 9	.706 .033 9	.249 .518 9	1	.616 .077 9	.151 .698 9	.103 .792 9	.626 .071 9	.054 .891 9	-.188 .627 9	.044 .910 9	-.191 .622 9	-.436 .241 9	-.188 .628 9	-.211 .585 9	.291 .447 9	.141 .717 9	.051 .897 9	-.022 .955 9	.605 .085 9	.050 .898 9
GdpromwPost	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	.026 .947 9	.526 .146 9	-.279 .467 9	-.308 .419 9	-.482 .189 9	-.514 .157 9	-.091 .816 9	.017 .964 9	.550 .125 9	.437 .239 9	.616 .077 9	1	.478 .193 9	.376 .318 9	.190 .625 9	-.067 .865 9	.337 .375 9	.457 .216 9	-.161 .678 9	-.282 .463 9	-.317 .405 9	-.175 .852 9	-.142 .715 9	-.185 .634 9	-.316 .408 9	-.440 .236 9	-.026 .947 9	.217 .575 9
CMJmax	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	.222 .566 9	.619 .076 9	-.102 .793 9	-.159 .682 9	-.329 .388 9	-.398 .288 9	.095 .808 9	-.097 .805 9	.403 .282 9	-.011 .977 9	.151 .698 9	.478 .193 9	1	.921 .000 9	.431 .247 9	.685 .042 9	.092 .815 9	-.064 .871 9	.589 .095 9	.353 .267 9	.415 .127 9	.548 .389 9	.328 .349 9	.354 .596 9	.205 .587 9	.210 .642 9	.181 .197 9	.474 .197 9
CMJmaxPost	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	.161 .679 9	.405 .280 9	.018 .964 9	-.062 .874 9	-.120 .758 9	-.212 .693 9	.154 .885 9	-.057 .382 9	.382 .310 9	-.190 .625 9	.103 .792 9	.376 .318 9	.921 .000 9	1	.368 .330 9	.646 .060 9	.114 .716 9	-.142 .354 9	.563 .159 9	.351 .101 9	.512 .178 9	.581 .647 9	.285 .457 9	.091 .515 9	.218 .572 9	.204 .209 9	.465 .207 9	
Dropmax	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.321 .400 9	.589 .095 9	.392 .296 9	.427 .252 9	.191 .622 9	.219 .570 9	.368 .330 9	.153 .694 9	.625 .072 9	-.151 .698 9	.626 .071 9	.190 .625 9	.431 .247 9	.368 .330 9	1	.741 .022 9	-.385 .306 9	-.484 .187 9	.573 .479 9	.272 .121 9	.556 .168 9	.502 .002 9	.874 .041 9	.761 .052 9	.687 .041 9	.661 .052 9	.870 .002 9	.774 .014 9
DropmaxPost	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.276 .473 9	.630 .069 9	.515 .156 9	.501 .423 9	.306 .464 9	.281 .115 9	.562 .489 9	.266 .289 9	.398 .891 9	-.187 .065 9	.054 .891 9	-.067 .060 9	.685 .042 9	.646 .022 9	1	.741 .022 9	-.385 .306 9	-.484 .187 9	.573 .479 9	.272 .121 9	.556 .168 9	.502 .002 9	.874 .041 9	.761 .052 9	.687 .041 9	.661 .052 9	.870 .002 9	.774 .014 9
DropBKZmin	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.429 .249 9	.351 .355 9	.279 .467 9	.225 .561 9	.159 .683 9	.107 .785 9	.526 .146 9	.686 .041 9	.212 .583 9	-.188 .627 9	.337 .375 9	.092 .815 9	.114 .771 9	-.385 .306 9	-.075 .847 9	1	.723 .028 9	-.008 .983 9	.344 .365 9	.190 .624 9	-.512 .158 9	-.115 .769 9	-.301 .430 9	-.283 .461 9	-.627 .071 9	-.295 .440 9		
DropBKZminPost	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.192 .621 9	.149 .095 9	-.222 .566 9	-.230 .552 9	-.301 .431 9	-.303 .299 9	.002 .995 9	.288 .452 9	-.077 .845 9	.586 .097 9	.044 .910 9	.457 .216 9	-.064 .871 9	-.142 .187 9	-.484 .261 9	1	.723 .028 9	-.008 .983 9	.344 .365 9	.190 .624 9	-.512 .158 9	-.115 .769 9	-.301 .430 9	-.283 .461 9	-.627 .071 9	-.295 .440 9		
IsomKniemax	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.180 .642 9	.585 .098 9	.560 .117 9	.529 .143 9	.382 .310 9	.339 .372 9	.573 .107 9	.248 .449 9	.290 .631 9	-.191 .622 9	-.161 .678 9	.589 .095 9	.563 .114 9	.573 .107 9	.573 .107 9	1	.008 .983 9	-.517 .154 9	.875 .002 9	.834 .005 9	.893 .001 9	.856 .055 9	.707 .033 9	.627 .071 9	.664 .051 9	.376 .319 9	.917 .001 9	
IsomKniemaxPost	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.443 .232 9	.502 .168 9	.742 .022 9	.705 .034 9	.597 .090 9	.551 .124 9	.763 .017 9	.543 .131 9	.170 .862 9	-.436 .981 9	-.282 .241 9	.353 .354 9	.351 .479 9	.272 .019 9	.755 .365 9	.344 .538 9	-.238 .002 9	.875 .002 9	1	.777 .014 9	.903 .001 9	.396 .292 9	.650 .058 9	.531 .141 9	.611 .081 9	.006 .988 9	.680 .044 9	
IsokinKnieExtmax	Korrelation nach Pearson Signifikanz (2-seitig) N	-.403 .283 9	.323 .396 9	.690 .040 9	.662 .052 9	.609 .082 9	.572 .107 9	.565 .113 9	.259 .500 9	.083 .832 9	-.484 .186 9	-.188 .628 9	-.317 .405 9	.415 .267 9	.512 .159 9	.555 .121 9	.869 .002 9	-.064 .870 9	-.427 .251 9	.834 .005 9	.777 .014 9	1	.939 .000 9	.623 .073 9	.826 .019 9	.753 .002 9	.877 .023 9	.440 .235 9	.843 .004 9

IsokinKnieExtmaxPost	Korrelation nach Pearson	-.445	.535	.695*	.658	.532	.486	.699*	.433	.229	-.193	-.211	-.175	.548	.581	.502	.917**	.190	-.257	.893**	.903**	.939**	1	.557	.824**	.688**	.790*	.260	.798
	Signifikanz (2-seitig)	.230	.138	.038	.054	.140	.185	.036	.245	.553	.620	.585	.652	.127	.101	.168	.001	.624	.504	.001	.001	.000		.119	.006	.040	.011	.498	.010
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
IsomFussmax	Korrelation nach Pearson	-.207	.515	.350	.403	.173	.220	.275	.022	.264	-.261	.291	-.142	.328	.178	.874**	.770*	-.512	-.545	.656	.396	.623	.557	1	.848**	.899**	.803**	.777*	.840**
	Signifikanz (2-seitig)	.593	.156	.356	.282	.657	.570	.473	.956	.492	.497	.447	.715	.389	.647	.002	.015	.158	.129	.055	.292	.073	.119		.004	.001	.009	.014	.005
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
IsomFussmaxPost	Korrelation nach Pearson	-.561	.558	.641	.670*	.454	.477	.608	.394	.288	-.163	.141	-.185	.354	.285	.761*	.875**	-.115	-.280	.707**	.650	.826**	.824**	1	.848**	.899**	.803**	.777*	.840**
	Signifikanz (2-seitig)	.116	.118	.063	.048	.220	.194	.082	.294	.453	.676	.717	.634	.349	.457	.017	.002	.769	.466	.033	.058	.006	.006		.004	.001	.009	.014	.005
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
IsokinFussPlantmax	Korrelation nach Pearson	-.407	.443	.504	.552	.356	.400	.403	.181	.027	-.293	.051	-.316	.205	.091	.687*	.754*	-.301	-.320	.627	.531	.753	.688**	1	.848**	.899**	.803**	.777*	.840**
	Signifikanz (2-seitig)	.277	.232	.167	.123	.347	.286	.282	.641	.946	.444	.897	.408	.596	.815	.041	.019	.430	.402	.071	.141	.019	.040		.001	.000	.000	.096	.016
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
IsokinFussPlantmaxPost	Korrelation nach Pearson	-.481	.272	.638	.664	.558	.579	.500	.255	.075	-.414	-.022	-.440	.210	.218	.661	.811**	-.283	-.441	.664	.611	.877**	.790*	1	.848**	.899**	.803**	.777*	.840**
	Signifikanz (2-seitig)	.190	.478	.065	.051	.119	.102	.171	.507	.847	.268	.955	.236	.587	.572	.052	.008	.461	.234	.051	.081	.002	.011		.009	.000	.000	.118	.013
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
PerformIndex	Korrelation nach Pearson	-.109	.249	.221	.270	.142	.188	.142	-.073	.388	-.373	.605	-.026	.181	.204	.870**	.512	-.627	-.595	.376	.006	.440	.260	1	.848**	.899**	.803**	.777*	.840**
	Signifikanz (2-seitig)	.779	.519	.568	.482	.715	.628	.715	.852	.302	.322	.085	.947	.642	.599	.002	.159	.071	.091	.319	.988	.235	.498		.014	.123	.096	.118	.035
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
PerformIndexpost	Korrelation nach Pearson	-.186	.508	.529	.531	.377	.368	.488	.145	.303	-.341	.050	-.217	.474	.465	.774*	.903**	-.295	-.650	.917**	.680*	.843**	.798*	1	.848**	.899**	.803**	.777*	.840**
	Signifikanz (2-seitig)	.632	.163	.143	.141	.318	.330	.183	.709	.428	.369	.898	.575	.197	.207	.014	.001	.440	.058	.001	.044	.004	.010		.005	.011	.016	.013	.035
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.a. Gruppe = Kontrollgruppe

Durchführung der Trainingsintervention



Abb. 18.1: einbeinige Kraft- und Gleichgewichtsübungen auf instabilem Untergrund mit in der Hüfte ausgedrehten Beinen



Abb. 18.2: beidbeinige CMJ auf stabilem und instabilem Untergrund



Abb. 18.3: Treppentraining



Abb. 18.4: abwechselnd beidbeinige Nieder- und Hochsprünge im Parcours



Abb. 18.5: Kastenübersteiger



Abb. 18.6: Kastenaufsteiger mit Knielift



Abb. 18.7: tänzerische Sprünge im Raum

19 Anhang III



Friedrich-Schiller-Universität Jena

Einverständniserklärung zur Mitwirkung an einer trainingswissenschaftlichen Studie

Titel der Studie: „*Sprungkraft und Gleichgewicht im Wettkampfsport Jazz- und Modern Dance*“

Ort der Studie: _____

Name der Studienleiterin: _____

Name der Probandin: _____

Geburtsdatum: _____ Geschlecht: w m

Erklärung des Studienteilnehmers:

Ich wurde vom unterzeichnenden Studienleiter mündlich und schriftlich über die Ziele, den Ablauf der Studie, über mögliche Vor- und Nachteile sowie über eventuelle Risiken informiert.

Ich habe die zur oben genannten Studie abgegebene schriftliche Probandeninformation gelesen und verstanden.

Meine Fragen im Zusammenhang mit der Teilnahme an dieser Studie sind mir zufrieden stellend beantwortet worden. Ich kann die schriftliche Probandeninformation behalten und erhalte eine Kopie meiner schriftlichen Einverständniserklärung.

Ich hatte genügend Zeit, um meine Entscheidung zu treffen.

Ich bin einverstanden, dass die zuständigen Fachleute des Studienauftraggebers in meine Originaldaten Einsicht nehmen dürfen, jedoch unter strikter Einhaltung der Vertraulichkeit.

Ich nehme an dieser Studie freiwillig teil. Ich kann jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Zustimmung zur Teilnahme widerrufen. Ich bin mir darüber bewusst, dass ich während der Studie die in der Probandeninformation genannten Anforderungen und Einschränkungen einhalten, den Anweisungen der Studienleitung folgen und mich an den Studienplan halten muss. Im Interesse meiner Gesundheit kann mich die Studienleitung jederzeit von der Studie ausschließen. Zudem informiere ich gegebenenfalls die Studienleitung über die Einnahme von Medikamenten sowie über das Auftreten von Erkrankungen und testbedingten unerwünschten Wirkungen.

Ort, Datum

Unterschrift des Studienteilnehmers

Bestätigung des Studienleiters:

Hiermit bestätige ich, dass ich dieser Studienteilnehmerin das Wesen, die Bedeutung und die Tragweite der Studie erläutert habe. Ich versichere, alle im Zusammenhang mit dieser Studie stehenden Verpflichtungen zu erfüllen. Sollte ich zu irgendeinem Zeitpunkt während der Durchführung der Studie von Aspekten erfahren, welche die Bereitschaft der Studienteilnehmerin zur Teilnahme an der Studie beeinflussen könnten, werde ich sie umgehend darüber informieren.

Ort, Datum

Unterschrift des Studienleiters



Friedrich-Schiller-Universität Jena

Probandeninformation

Studie: „Sprungkraft und Gleichgewicht im Wettkampfsport Jazz- und Modern Dance“

Liebe Studienteilnehmerin,

mit diesem Schreiben möchten wir Sie einladen, an der hier beschriebenen Studie zu Sprungkraft und Gleichgewicht im Wettkampfsport Jazz- und Modern Dance teilzunehmen.

Im Folgenden erhalten Sie Informationen zur Studie des Instituts für Sportwissenschaft der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Bitte lesen Sie die Punkte genau durch und wenn Sie Fragen haben, kontaktieren Sie die Studienleitung.

Vielen Dank für Ihr Interesse und Ihre Kooperation!

1. Allgemeine Informationen zur Studie

In den letzten Jahren ist es zu einer zunehmenden Etablierung des Jazz- und Modern Dance (JMD) in Deutschland als Wettkampfsport gekommen. JMD ist eine technisch-kompositorische Sportart mit Ligabetrieb, wobei Wettkämpfe von der Kinder- über die Jugendliga bis hin zur Regionalliga und Bundesliga möglich sind. Seit 1990 werden Deutsche Meisterschaften ausgetragen und jährlich richtet die IDO (International Dance Organization) die Weltmeisterschaften aus. Seit 2008 nehmen auch deutsche Formationen und EinzeltänzerInnen daran teil. Es ist insbesondere in den letzten Jahren ein deutlich höheres Maß an akrobatischen Elementen wie Überschlägen, Bodenakrobatik, Handständen, akrobatischen Hebefiguren etc. erkennbar, nicht allein bei den nationalen und internationalen Meisterschaften, sondern auch bei den regulären Liga-Turnieren. Auch der Anteil an vielfach koordinativ und konditionell anspruchsvollen Sprüngen und Sprungkombinationen, sowie komplexen Drehungen in mehrfacher, teils innerhalb der Durchführung wechselnder Ausführung in Kombination mit weiteren Techniken ist auffallend gestiegen. All dies ist gekoppelt mit einem hohen Bewegungstempo in Kombination mit großen Bewegungsamplituden sowie komplexen choreographischen und musikalischen Strukturen. Diese komplexen Anforderungen des Wettkampfsportes JMD machen eine umfassende Schulung und ein gezieltes Training aller erforderlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten auf motorischer und psycho-physischer Ebene unerlässlich. Der Körper ist das Instrument des Tänzers/ der Tänzerin. Bisher gibt es jedoch kaum wissenschaftliche, insbesondere trainingswissenschaftliche Untersuchungen, die sich mit den konditionellen und koordinativen Anforderungen im JMD befassen. Neben den zahlreichen bestehenden künstlerischen Betrachtungen sind deshalb verstärkt trainingswissenschaftliche Untersuchungen von Interesse, insbesondere für die Trainingsgestaltung. Hierbei soll der Blick verstärkt auf die konditionellen Aspekte des JMD gerichtet werden. In unserer Studie stehen die Sprungkraft und das Gleichgewicht im Mittelpunkt.

2. Ziel der Studie

Das primäre Ziel der Studie besteht in der Analyse der Leistungsfaktoren „Sprungkraft“ und „Gleichgewicht“ bei JMD-Formationen der Oberliga und der Bundesliga im Vergleich mit Sportstudentinnen gleichen Alters und gleicher Statur.

3. Auswahl der Studienteilnehmerinnen

An der Studie können Tänzerinnen einer OL- bzw. BL-Formation zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr teilnehmen, die frei von geistigen Beschwerden und Problemen des Bewegungsapparates sind. Als Vergleichsgruppe können gesunde Sportstudentinnen zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr teilnehmen.

4. Freiwilligkeit der Teilnahme

Ihre Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig. Sie können Ihre dazu gegebene Einwilligung zu einem späteren Zeitpunkt jederzeit widerrufen. Einen Widerruf Ihrer Einwilligung bzw. den Rücktritt von der Studie müssen Sie nicht begründen.

5. Studienablauf

In dieser Studie werden drei Gruppen miteinander verglichen - Tänzerinnen der OL, der BL und Sportstudentinnen. Die Messung findet einmalig statt. Das Gleichgewicht wird im Einbeinstand auf einer Kraftmessplatte sowie auf einer instabilen Plattform (Postuomed) gemessen. Für die Erfassung der Sprungkraft werden einige Sprünge (Counter Movement Jump, Drop Jump) auf einer Kraftmessplatte absolviert. Des Weiteren werden an einem isokinetischen Kraftmessgerät (Isomed) die isolierte Messung der Bein- und Fußkraft unter Berücksichtigung individueller anatomischer Voraussetzungen durchgeführt.

Am Testtag werden den Probandinnen nach dem Betreten des Testraums schriftliche Anweisungen zum Testablauf vorgelesen. Dann erfolgt eine 5-minütige standardisierte Erwärmung mit Lauf- und Sprungformen und einer kurzen Dehnung. Im Anschluss daran finden Einweisungen und die Gewöhnung an den Messgeräten statt. Des Weiteren wird zur Vorbereitung aller einbeinigen Messungen ermittelt, welches das dominante Bein ist. Unmittelbar danach beginnt die Messphase. Zur Erfassung des statischen Gleichgewichts wird ein 30 s dauernder Einbeinstand auf einer Kraftmessplatte durchgeführt. Es erfolgen ein Vorversuch und im Anschluss 3 Messwiederholungen mit jeweils 1 min Pause dazwischen. Danach erfolgt die Messung des dynamischen Gleichgewichts auf dem Postuomed im Einbeinstand mit einer unvorhergesehenen Auslenkung der Plattform (1 Vorversuch, 3 Wiederholungen, Pausen) und im Anschluss mit einem kleinen Sprung (in den Einbeinstand) auf die Plattform (1 Vorversuch, 3 Wiederholungen, Pausen). Danach wird die Probandin für die Sprungkraftmessung auf der Kraftmessplatte zwei verschiedene Sprünge mit je einem Vorversuch und 3 Wiederholungen beidbeinig absolvieren - den Counter Movement Jump und den Drop Jump. Vor dem Übergang zum Isomed erfolgt eine längere Pause. Für die letzte Messung absolviert jede Probandin mit einem Bein ein vorbereitetes Testprogramm mit isometrischen und isokinetischen Maximalkraftmessungen der Kniestrecker/-beuger bei einer vorgegebenen Winkelgeschwindigkeit von $60^\circ/\text{s}$. Nach einem kurzen Umbau (kurze Pause) erfolgt dasselbe Programm mit einem Fuß (Fußstrecker, -beuger) bei einer Winkelgeschwindigkeit von $20^\circ/\text{s}$. Für die Messungen am Isomed werden alle Einstellungen für jede Probandin individuell angepasst, wodurch absolute Sicherheit während der Messung am Gerät gewährleistet ist.

Der zeitliche Aufwand für alle Messungen beträgt maximal 90 Minuten.

6. Pflichten des Studienteilnehmers

Als Studienteilnehmer sind Sie verpflichtet [...]:

- den Anweisungen der Studienleitung zu folgen und sich an den Studienplan zu halten.
- die Untersuchungsleiter/innen genau über das Auftreten von Erkrankungen und testbedingten unerwünschten Wirkungen zu informieren.
- die Untersuchungsleiter/innen über die Einnahme von Medikamenten zu informieren.
- ausgeruht und erholt an den Messterminen zu erscheinen.

7. Nutzen für die Studienteilnehmer

Durch die Teilnahme an der Studie erhalten Sie kostenlose fachmännische Beratung über Ihre statische und dynamische Gleichgewichtsleistung, Ihre Sprungkraft und Ihre Kraftleistung (Maximum, Vergleich links-rechts, Schnellkraft) der Oberschenkel- und Wadenmuskulatur. Dank Ihrer Teilnahme können auch andere Athleten/ Tänzer von den neu gewonnenen Erkenntnissen der Studie profitieren.

8. Risiken und Unannehmlichkeiten

Die beschriebenen Messstrecken werden im trainingswissenschaftlichen Labor des Instituts für Sportwissenschaft der Friedrich-Schiller- Universität Jena routinemässig durchgeführt und haben bislang zu keinen Komplikationen geführt. Ein leichter Erschöpfungszustand kann aufgrund der erforderlichen Konzentration während der Testdurchführung und der Ermüdung auf dem Kraftgerät nach den Messungen eintreten. Die Studienteilnehmer dürfen bei Beschwerden den Test jederzeit sofort abbrechen.

9. Neue Erkenntnisse

Die Studienleitung informiert Sie über alle neuen Erkenntnisse, die den Nutzen oder die Sicherheit des Studienablaufs und somit Ihre Einverständniserklärung beeinflussen können.

10. Vertraulichkeit der Daten

In dieser Studie werden persönliche Daten von Ihnen erfasst. Diese Daten werden anonymisiert und sind nur Fachleuten zur wissenschaftlichen Auswertung zugänglich. Während der ganzen Studie wird die Vertraulichkeit strikt gewahrt. Ihr Name wird in keiner Weise in Berichten oder Publikationen, die aus der Studie hervorgehen, veröffentlicht. Sie werden nach der Auswertung der Messungen ihre Daten zugestellt bekommen, haben aber gleichzeitig das Recht, Ihre Ergebnisse nicht mitgeteilt zu bekommen (= Recht auf Nichtwissen).

11. Vergütung von Auslagen des Studienteilnehmers

Alle in dieser Informationsschrift erwähnten Untersuchungen sind kostenlos. Anfallende Anfahrtskosten können pauschal rückerstattet werden.

12. Kontaktpersonen

Bei Unklarheiten, Notfällen, unerwarteten oder unerwünschten Ereignissen, die während der Studie oder nach deren Abschluss auftreten, können Sie sich jederzeit an die unten stehenden Kontaktpersonen wenden:

Anja Buder

Sportwissenschaftlerin M.A.

FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA

Institut für Sportwissenschaft
Trainingswissenschaft/ Theorie & Methodik der Sportarten

Seidelstr. 20
D-07749 Jena
Germany

Tel.: 03641-945674
e-mail: anja.buder@uni-jena.de

20 Anhang IV

Auswertung der Videoanalyse von sechs Formationen bei den Deutschen Meisterschaften im JMD von 2007-2013 (DVDs)

Tab. 20.1: Videoanalyse der Formation „autre choses“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013

Formation										
autre choses (Saarlouis)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013			
Dauer des Tanzes (in min)	03:19	03:46	-	03:38	03:50	03:14	03:00	MW	Max.	Min.
Drehungen/ Pirouetten (mind. 2-fach)	4	7	-	16	16	16	13	03:27	03:50	03:00
Gleichgewichtselemente (einbeinig)	3	7	-	25	15	10	5	12	16	4
Sprünge	17	12	-	7	13	21	18	11	25	3
Hebefiguren und Akrobatik	10	10	-	13	17	11	15	15	21	7
Platzierung	2	2	1	2	1	1	2	13	17	10
								2	2	1

Tab. 20.2: Videoanalyse der Formation „Imagination“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013

Formation										
Imagination (Schöningen)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013			
Dauer des Tanzes (in min)	03:24	03:29	-	03:03	03:00	03:09	03:12	MW	Max.	Min.
Drehungen/ Pirouetten (mind. 2-fach)	4	5	-	12	16	11	15	03:12	03:29	03:00
Gleichgewichtselemente (einbeinig)	3	4	-	5	13	10	11	11	16	4
Sprünge	17	17	-	16	16	13	18	8	13	3
Hebefiguren und Akrobatik	10	16	-	24	25	16	21	16	18	13
Platzierung	8	3	3	6	2	4	8	19	25	10
								5	8	2

Tab. 20.3: Videoanalyse der Formation „Suspense“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013

Formation										
Suspense (Rosengarten-Lampertheim)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013			
Dauer des Tanzes (in min)	04:14	04:10	-	03:15	03:44	03:50	03:17	MW	Max.	Min.
Drehungen/ Pirouetten (mind. 2-fach)	5	5	-	8	11	19	10	03:45	04:14	03:15
Gleichgewichtselemente (einbeinig)	6	6	-	6	4	24	5	10	19	5
Sprünge	13	20	-	15	14	18	23	9	24	4
Hebefiguren und Akrobatik	4	8	-	7	10	11	12	17	23	13
Platzierung	14	10	10	8./9.	9	10	6	9	12	4
								10	14	6

Tab. 20.4: Videoanalyse der Formation „J.E.T.“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013

Formation								MW	Max.	Min.
J.E.T. (Goslar)	2007	2008	2009	2010	2011	2012				
Dauer des Tanzes (in min)	04:00	03:53	-	03:58	03:39	03:00		03:42	04:00	03:00
Drehungen/ Pirouetten (mind. 2-fach)	3	3	-	6	9	5		5	9	3
Gleichgewichtselemente (einbeinig)	8	3	-	11	10	4		7	11	3
Sprünge	14	7	-	15	24	12		14	24	7
Hebefiguren und Akrobatik	6	8	-	14	21	14		13	21	6
Platzierung	1	1	2	1	3	6		2	6	1

Tab. 20.5: Videoanalyse der Formation „Colony of Dance“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013

Formation								MW	Max.	Min.
Colony of Dance (Müllheim)	2007	2008	2009	2010	2011	2013				
Dauer des Tanzes (in min)	04:05	03:27	-	03:57	03:20	03:11		03:36	04:05	03:11
Drehungen/ Pirouetten (mind. 2-fach)	5	10	-	10	17	9		10	17	5
Gleichgewichtselemente (einbeinig)	11	4	-	14	10	6		9	14	4
Sprünge	13	15	-	9	10	14		12	15	9
Hebefiguren und Akrobatik	11	10	-	15	11	14		12	15	10
Platzierung	9./ 10.	5.	13./ 14.	4	6	12		7	12	4

Tab. 20.6: Videoanalyse der Formation „Fearless“ in Bezug auf die Dauer des Tanzes, die Anzahl Drehungen, Gleichgewichtselemente, Sprünge und Hebefiguren/ Akrobatik von 2007-2013

Formation								MW	Max.	Min.	
Fearless (Wolfsburg)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013				
Dauer des Tanzes (in min)	-	03:36	-	03:37	03:32	03:55	03:32		03:38	03:55	03:32
Drehungen/ Pirouetten (mind. 2-fach)	-	11	-	18	21	17	15		16	21	11
Gleichgewichtselemente (einbeinig)	-	8	-	14	24	9	6		12	24	6
Sprünge	-	12	-	20	27	22	22		21	27	12
Hebefiguren und Akrobatik	-	15	-	14	22	27	17		19	27	14
Platzierung	-	12.- 14.	4	3	4	2	4		3	4	2

Tab. 20.7: Zusammenfassung der Ergebnisse der Videoanalyse aller sechs untersuchten Formationen von 2007-2013

	MW alle	Max.	Min.
Dauer des Tanzes (in min)	03:33	03:55	03:09
Drehungen/ Pirouetten (mind. 2-fach)	11	21	3
Gleichgewichtselemente (einbeinig)	9	25	3
Sprünge	16	27	7
Hebefiguren und Akrobatik	14	27	4

21 Danksagung

Die vorliegende Arbeit wäre nicht zustande gekommen, wenn ich nicht vielseitige, tatkräftige Unterstützung erhalten hätte. Deshalb möchte ich mich an dieser Stelle bei all denjenigen bedanken, die mich in den vergangenen Jahren so intensiv und hilfsbereit unterstützt haben.

Als Erstes bedanke ich mich bei Herrn Prof. Thorhauer für die Möglichkeit, in einem Fachbereich zu promovieren, der sich mit meiner Sportart und meinen Interessen vereinbaren ließ und so dafür sorgte, dass ich stets motiviert und mit großem Interesse an meinem Thema arbeiten konnte. Außerdem danke ich Herrn Prof. Thorhauer für seine Betreuung, seine stete Bereitschaft zur Unterstützung bei Fragen und Problemen und für seine Anregungen und wertvollen Hinweise bei der Umsetzung sowie für seine Begutachtung meiner Arbeit. Weiterhin danke ich Herrn Dr. Wirth für sein Zweitgutachten sowie seinen wertvollen wissenschaftlichen Rat im Zuge der Fertigstellung meiner Dissertation.

Zu großem Dank bin ich außerdem Herrn Dr. Norman Stutzig verpflichtet, der mir von Beginn bis zum Ende meiner Dissertation stets mit seinem Wissensschatz und seiner Hilfsbereitschaft unterstützend zur Seite stand und mir mit viel Geduld Messtechnik erklärt, grundlegende Fragen mit mir diskutiert und viel Zeit bei Problemen jeglicher Art investiert hat. Ohne seine wertvolle Unterstützung besonders in schwierigen Zeiten wäre diese Arbeit nicht entstanden.

Ebenso geht mein Dank an Herrn Prof. Granacher, der mich in seiner Zeit am Institut für Sportwissenschaft der FSU Jena bei der Überarbeitung meines Studiendesigns unterstützte und eine thematische Wende in meine Arbeit brachte. Meinen wissenschaftlichen Kollegen und Freunden am Institut für Sportwissenschaft Dr. Mathias Völzke, Janett Paetz, Dr. Falk Werner, Dr. Lutz Hoffmann, Dr. Sylvia Stanek, Dr. Carina Wehr, Dr. Thomas Ohrt und Lars Reinhardt danke ich für ihre beratende Unterstützung und Hilfe bei diversen Problemen und Fragen.

Ein großer Dank geht außerdem an meine Tanzgruppe der 2. Bundesliga im Jazz- und Modern Dance, die Studio Dancer aus Jena, die mir in den vielen Jahren meiner wissenschaftlichen Arbeit vor allem als Freunde zur Seite standen und die sich nicht zuletzt trotz großem organisatorischem und zeitlichem Aufwand mit viel

Geduld und maximaler Motivation als Probandinnen für meine Untersuchungen zur Verfügung gestellt haben. Auch bedanke ich mich an dieser Stelle bei den Tänzerinnen der OL-Formation aus Halle sowie den Tänzerinnen der Dance Company des Tanzhauses Erfurt und vor allem den zahlreichen Sportstudentinnen, die sich ebenfalls als Probandinnen für meine Untersuchungen zur Verfügung gestellt haben.

Zum Schluss möchte ich mich ganz besonders bei meiner geliebten Familie und meinen Freunden, insbesondere meinen Eltern, meiner Schwester Andrea und Ihrem Mann Raik, meinen Großeltern und meiner Omi Helga sowie meinem Freund Johannes und meiner besten Freundin Kristin bedanken für ihre liebevolle und bedingungslose Unterstützung und Motivation bei all meinen Plänen und Vorhaben, insbesondere in den Jahren meiner wissenschaftlichen Qualifikation. Ihnen gilt mein besonderer Dank. Ich liebe euch!

22 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name:	Anja Buder
Geburtsdatum:	23.07.1982
Geburtsort:	Freiberg
Familienstand:	ledig
Nationalität:	deutsch
Vater:	Klaus Buder
Mutter:	Daniela Buder (geb. Buhl)

Lebenslauf

2001	Abitur (Otto-Schott-Gymnasium Jena)
2001 - 2007	Studium der Sportwissenschaft, Biologie und Erziehungswissenschaft an der Friedrich-Schiller-Universität Jena (Abschluss: Magistra Artium)
Seit 2003	Übungsleiterin im Hochschulsport der Universität Jena in den Bereichen Jazzdance, Modern Dance, Street Jazz, Hip Hop
2003-2010	Trainerin für Kindertanz beim Kinderstudio Jena e.V.
2007-2009	Lehrbeauftragte am Institut für Sportwissenschaft an der Universität Jena im Bereich Gymnastik/ Tanz freiberufliche Tätigkeit als Tanzlehrerin und Rückenschulleiterin
2007 - 2009	Arbeitsverhältnis in der Tanzfabrik Erfurt

Seit 2009	freiberufliche Tätigkeit als Tanztrainerin für Kinder und Erwachsene u.a. im Tanz-Haus Erfurt
Seit März 2009	Wissenschaftliche Mitarbeiterin mit erhöhter Lehrverpflichtung am Institut für Sportwissenschaft der Universität Jena mit Promotion im Bereich der Trainingswissenschaft
2009 - 2011	Tanzleiterausbildung beim Thüringer Tanzverband e.V. (berufsbegleitend)
2015	Abschluss der Promotion

Datum, Ort

Unterschrift

23 Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaft der Universität Jena bekannt ist.

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe Dritter sowie andere als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut und Daten aus der Literatur und anderen Quellen habe ich als solche kenntlich gemacht.

Personen die mich in der Durchführung der Untersuchung und bei der Auswertung der Daten unterstützt haben sind in der Danksagung aufgezählt. Weitere Personen waren an der Erstellung der Arbeit nicht beteiligt. Keine der Personen die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation steht hat mittelbar noch unmittelbar geldwerte Leistungen von mir erhalten.

Ich versichere weiterhin, dass die vorliegende Dissertation bzw. wesentliche Teile daraus noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung und ebenso wenig an einer anderen Hochschule bzw. anderen Fakultät eingereicht wurde.

Datum, Ort

Unterschrift