

Korrelation und Validität von standardisierten Sprung- krafttests bei Volleyballerinnen

Abschlussarbeit zur Erlangung des
Master of Science in Sportwissenschaften
Option Unterricht

eingereicht von

Christian Cotting

an der
Universität Freiburg, Schweiz
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät
Departement für Medizin

in Zusammenarbeit mit der
Eidgenössischen Hochschule für Sport Magglingen

Referent
Prof. Dr. Wolfgang Taube

Betreuer
Jan Ruffieux

Giffers, Juli 2017

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	3
1 Einleitung.....	4
1.1 Anforderungsprofil einer Volleyballspielerin.....	5
1.2 Konditionstraining für Volleyballerinnen.....	8
1.3 Leistungsdiagnostik.....	9
1.4 Ziel und konkrete Fragestellungen	16
2 Methode.....	18
2.1 Probanden.....	18
2.2 Untersuchungsdesign	18
3 Resultate.....	23
3.1 Korrelationsanalyse der verschiedenen Sprungkrafttests	23
4 Diskussion	29
5 Schlussfolgerung	36
Literaturverzeichnis	37
Danksagung	41

Zusammenfassung

Die Sprungkraft spielt im Volleyball eine enorm wichtige Rolle. Vor allem bei den Frauen haben jene einen Vorteil beim Blocken und Angreifen, welche eine bestimmte Höhe erreichen. Aus diesem Grund ist im Volleyball die Überprüfung der Sprungkraftfähigkeit innerhalb der Leistungsdiagnostik sehr wichtig. Die bisherigen Untersuchungen ergaben, dass mit volleyballspezifischen Sprungkrafttests gearbeitet werden soll. So sollte zur Überprüfung der Sprungkraftfähigkeit beim Blocken der CMJ mit Armschwung und für den Angriff der CMJ mit Anlauf und Armschwung verwendet werden. Gerade der CMJ mit Anlauf und Armschwung ist sehr technisch, sodass sich die Frage nach der Validität zur Überprüfung der Sprungkraft stellt und ob diese Sprünge für technisch unerfahrenere Spielerinnen immer noch valide sind oder ob sich nicht andere Sprünge besser dafür eignen. Das Ziel dieser Studie ist es, Aussagen über Korrelation und Validität der standardisierten Sprungkrafttests im Hinblick auf die Sportart Volleyball machen zu können. Es wird untersucht, welcher Test am geeignetsten ist, um die Sprungkraft und den Trainingseffekt zu messen und welcher am sportartspezifischsten ist. Die in der Studie analysierten Sprünge sind der CMJ, CMJ mit Armschwung, CMJ mit Anlauf und Armschwung, DJ und der Standweitsprung. Die Probandinnen (n=28) nahmen an der Eingangsmessung teil, in welcher die Sprunghöhe aller fünf Sprünge mit dem Optogait gemessen wurde. Danach wurden sie in eine CMJ- und in eine DJ-Gruppe aufgeteilt und hatten während sechs Wochen 10 Trainings, in welchen sie entweder den CMJ oder den DJ trainierten. Nach Ablauf dieser sechs Wochen gab es eine Ausgangsmessung bei welcher wieder die fünf Sprungkrafttests getestet wurden. Die Korrelationsanalysen der Sprungkrafttests haben gezeigt, dass sie signifikant miteinander korrelieren und eine hohe Validität im Hinblick auf die Sportart Volleyball aufweisen. Somit zeigt die Studie, dass mit den Standardsprungkrafttests zur Überprüfung der Sprungkraft gearbeitet werden kann. Wurden die Probanden jedoch in eine leistungsstarke bzw. leistungsschwache Gruppe aufgeteilt, zeigten die Analysen, dass bei den leistungsschwächeren Teilnehmerinnen die Messungen mit den volleyballspezifischen Sprungkrafttests vorgenommen werden sollten, um die Technikunterschiede zu berücksichtigen. Ein sechswöchiges CMJ- oder DJ-Training hatte insofern einen Einfluss auf den Zusammenhang der verschiedenen Sprungkrafttests, dass die Teilnehmerinnen einen Trainingseffekt erfuhren. Weitere Studien sind jedoch nötig, um die Erkenntnis zu überprüfen, dass bei leistungsstarken Teams mit den Standardsprungkrafttests (CMJ und DJ) und bei den leistungsschwächeren Teams mit den volleyballspezifischen Tests (CMJ mit Armeinsatz und CMJ mit Armeinsatz und Anlauf) gearbeitet werden kann.

1 Einleitung

Die Sprungkraft leistet einen essentiellen Beitrag zu einer erfolgreichen Leistung in diversen Sportarten. So spielt sie auch im Volleyball eine enorm wichtige Rolle. Vertikale Sprünge werden von Volleyballern und Volleyballerinnen während den Trainings und Spielen oft gemacht. In defensiven (blocken) und offensiven (angreifen, passen, servieren) Manövern müssen die Spieler immer so hoch wie nur möglich springen (Papageorgiou & Spitzley, 2003). Eine Time-Motion-Analyse (Ziv & Lidor, 2009) von internationalen männlichen Volleyballern zeigte, dass der Passeur und der Angreifer in einem Ballwechsel, der durchschnittlich 12 s dauert, mindestens eine Sprungbewegung machen. Zudem absolvieren die Spieler im vorderen Spielraum vier Blocksprünge und 3 Angriffssprünge. Pro Satz variieren die Sprünge je nach Spielerposition und dem Typ des Sprungs, den sie ausführen: Passeur 11-21 Sprünge pro Satz, Mittespieler 2-15 Angriffssprünge und 3-19 Blocksprünge. Ähnlich wie die Mittespieler, machen Aussenspieler 1-15 Angriffssprünge und 1-13 Blocksprünge (Sheppard et al. 2007). Die maximale Anzahl an Sprüngen pro Spieler während zwei Spielen beträgt 73. Dieselbe Analyse wurde bei den Frauen durchgeführt. Diese springen im Durchschnitt 45 Mal innerhalb von zwei Spielen hoch (Tillman, Hass, Brunt & Bennett, 2004). Somit ist es wichtig, um einen Vorteil gegenüber dem Gegnerteam zu erhalten und ein hohes Spielniveau im Volleyball zu erreichen, nicht nur Technik und Taktik, sondern auch Sprungfähigkeit zu trainieren (Ziv & Lidor, 2009).

Um effektive Trainingsprogramme zusammenstellen und so die Sprungfähigkeit von erwachsenen Volleyballspielern verbessern zu können, müssen die Trainer relevante Informationen bezüglich physischer und physiologischer Aspekte des vertikalen Sprungs im Volleyball sammeln. Dieses Wissen kann ihnen bei drei Dingen helfen:

1. Bessere vertikale Sprung-Trainingsprogramme planen, welche auf die verschiedenen Phasen (Vorbereitung und Wettkampf) abgestimmt sind.
2. Die passendsten vertikalen Sprungtrainings auswählen.
3. Die besten Tests auswählen, um die vertikale Sprungfähigkeit und Trainingsanpassungen zu beurteilen. (Ziv & Lidor, 2009)

In dieser Arbeit wird der dritte Punkt der obigen Aufzählung näher untersucht. Dazu wird in den folgenden Kapiteln das Anforderungsprofil einer Volleyballerin untersucht und hergeleitet, wieso die Sprungkraft bei Volleyballerinnen so wichtig ist. Weiter wird ein Überblick, anhand der bestehenden Literatur, über die Volleyballspezifischen Sprungkrafttests gegeben.

1.1 Anforderungsprofil einer Volleyballspielerin

Das Anforderungsprofil einer Volleyballspielerin erleichtert die Entwicklung von effektiven Trainingsprogrammen und unterstützt somit die Trainer und Trainerinnen in ihrer Arbeit. Anhand der Programme können sie sich das empirisch und praktisch erarbeitete Wissen von verschiedenen sportbezogenen Domänen zu Nutze machen und dies in die Praxis umsetzen. Wichtige Informationen zur Beantwortung trainingsrelevanter Fragen, wie physische (Grösse, Bodymassindex, Körperfettanteil) und physiologische Eigenschaften (Kraft, vertikale Sprungkraft, Beweglichkeit) der Athletinnen, können so effektiv im Ausdauer- und Krafttraining berücksichtigt und optimiert werden. Betrachtet man die Sportart, so dauert ein Spiel durchschnittlich 106 Minuten und es wird in einem hohen Tempo gespielt. „[Das Spiel] bedingt Bewegungen über kurze Entfernungen (3-6 m), die sich durch schnelle Veränderungen des Bewegungscharakters (Sprung nach Lauf, Lauf nach Sprung, Stoppen, Richtungsänderung u. a.) auszeichnen“ (Papageorgiu & Spitzley, 2007, S.10). Deshalb sind bestimmte Grundfertigkeiten, wie Ausdauer (physische und psychische Belastbarkeit bei wechselndem Intensitätsgrad), Schnelligkeit (Bewegungs- und Reaktionsschnelligkeit), Koordination und Schnellkraft (sehr häufig bei Schlag- und Sprungbewegungen) sehr wichtig (Papageorgiu & Spitzley, 2007). Die Identifizierung von spezifischen physischen Eigenschaften, die zu Erfolg im Sport führen können, ist von hohem Interesse (Malousaris et al. 2008). Das Wissen über die Körperkomposition von professionellen Volleyballspielerinnen kann in das Trainingsprogramm miteinbezogen werden, um die Trainingsspezifität und die Professionalisierung zu gewährleisten. Die Metaanalyse von Lidor und Ziv aus dem Jahr 2010 fasst 31 Studien zusammen und gibt einen Überblick über die physischen Attribute von Volleyballspielerinnen. Sie beschreiben, dass grosse Unterschiede aufgrund des genetischen Profils, des Spielniveaus und des Selektionsprozesses, welchem sie unterliegen, vorherrschen. Trotzdem kristallisiert sich ein klares Muster über die körperlichen Voraussetzungen, Ausdauer, Beweglichkeit, Geschwindigkeit und Kraft heraus, auf welches in den nächsten Kapiteln näher eingegangen wird.

1.1.1 Körperliche Voraussetzungen. Die Grösse und das Gewicht der Volleyballerinnen variiert, je nach Quelle und Niveau der erfassten Spielerinnen, zwischen $164.3 \text{ cm} \pm 4 \text{ cm}$ (Fardy, Hritz & Hellerstein, 1976) und $62.3 \text{ kg} \pm 8 \text{ kg}$ (Häkkinen, 1993) und $187 \text{ cm} \pm 5.4 \text{ cm}$ (Marques, Tillaar, Vescovi & Gonzalez-Badillo, 2008) und $75.1 \text{ kg} \pm 7.4 \text{ kg}$ (Cardinale & Lim, 2003). Zudem konnten Barnes et al. (2017) zeigen, dass die Spielerinnen grösser und schwerer sind, je höher ihr Niveau ist. Gleiches haben Morrow, Hosler und Nelson (1980)

gezeigt. Sie stellten fest, dass College-Volleyballerinnen signifikant grösser sind, ein höheres Gewicht und eine höhere Fett-Freie-Masse im Vergleich zu Nichtathletinnen haben. Somit ist die Körpergrösse ein bestimmender Faktor für eine gute Leistung im Volleyball und zusammen mit dem relativen Körpergewicht ein Kriterium für die Auswahl von vielversprechenden Volleyballspielerinnen (Malousaris et al. 2008). Jedoch ist die Körpergrösse nicht die einzige Voraussetzung, welche für einen athletischen Erfolg im Volleyball benötigt wird. Gualdi-Russo und Kollegen (2001) beschreiben in ihrer Untersuchung über die Rolle der Somatotomie bei Elitevolleyballspielern, dass Armlänge, Beinlänge und Sitzhöhe auch eine fundamentale Rolle beim Hochspringen, Angreifen und Blocken spielen und somit auch wichtige körperliche Voraussetzungen für Erfolg im Volleyball sind.

1.1.2 Ausdauer. Obwohl das Volleyballspiel bei Punktgewinn/Punktverlust, Satzende, Fouls und Time-Outs immer wieder unterbrochen wird, ist die aerobe Kapazität von Wichtigkeit. Vor allem wenn mehrere Sätze gespielt werden müssen, ist es wichtig, dass das Level gehalten werden kann (Lidor & Ziv, 2010). Häkkinen (1993) untersuchte die Änderung der physischen Fitness bei Volleyballerinnen während einer Saison. Dabei wurden zwei finnische Profiteams in eine Experimentgruppe und in eine Kontrollgruppe aufgeteilt. Die Experimentgruppe trainierte 3-4 Mal in der Vorbereitung, wobei ein Training im Ausdauerbereich stattfand. Die Kontrollgruppe trainierte 2-3 Mal in der Vorbereitung und hatte kein Ausdauertraining. Die Vo_2max -Werte wurden auf einem Fahrradergometer erhoben und erbrachten keinen signifikanten Unterschied zwischen Kontroll- und Experimentgruppe. Der Autor der Studie ist daher überzeugt, dass die wöchentlichen Trainings und die Spiele während der Saison ausreichen, um die aerobe Kapazität zu erhalten. Die Vo_2max -Werte von Volleyballspielerinnen bewegen sich in einem Bereich von $\sim 41.7 - 44.2 \text{ mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (Spence, Disch, Fred & Colemann, 1980).

1.1.3 Beweglichkeit und Geschwindigkeit. Für fast jedes defensive oder offensive Manöver im Volleyball sind die Beweglichkeit und die Geschwindigkeit, mit der die Bewegung ausgeführt wird, zentrale Aspekte. Wenn Faktoren analysiert wurden, welche Gewinnerteams von Verliererteams unterschieden, so wurde das Niveau der Beweglichkeit als ein wichtiger Unterschied gefunden (Marey, Boleach, Mayhew & McDole, 1991). Eine Studie (Fry et al. 1991) untersuchte den Effekt eines 12-wöchigen Trainings mit Kraft- und Konditionierungsprogrammen auf Beweglichkeit und Geschwindigkeit bei Volleyballerinnen. Dabei trainierten die Athletinnen während vier Wochen Kraft, zwei Wochen Plyometrie und vier Wochen Aus-

dauer. Die Autoren konnten feststellen, dass ein reines Kraft- und Plyometrietaining die Geschwindigkeit und die Beweglichkeit nicht verbessern konnte. Sie nahmen jedoch an, dass dieses Nichteintreffen der Verbesserung mit der zu hohen Intensität und der zu niedrigen Erholung während des 12-wöchigen Trainings zusammenhängt (Fry et al. 1991).

1.1.4 Kraft. Die Muskelkraft ist ein wesentlicher Teil sportlicher Leistung. Es gibt verschiedene Methoden, um Muskelkraft zu messen und so verwenden verschiedene Studien auch unterschiedliche Methoden. Daher ist es schwierig, die verschiedenen Studien miteinander zu vergleichen. Wobei sich jedoch alle Autoren einig sind, ist, dass der vertikale Sprung die Kraft von Volleyballerinnen wohl am besten zeigt, da er eine wichtige Tätigkeit während des Spiels darstellt, welche beim Blocken und Angreifen benötigt wird. Der Vergleich zwischen Spielerinnen verschiedener Niveaus deckte die Wichtigkeit des vertikalen Sprungs auf. Eine Studie zeigte einen 15% Unterschied zwischen US-Nationalspielerinnen und Universitätsspielerinnen bei der Counter-Movement-Jump-Leistung. Dabei sprangen die Profis mit 52.4 cm im Durchschnitt 6.9 cm höher als die Amateurinnen (Fleck, Case, Puhl & Van Handle, 1985). Ähnliche Unterschiede wurden zwischen Pan-American-Spielerinnen und nicht Pan-American-Spielerinnen festgestellt. Dabei sprangen die Pan-American-Spielerinnen im Durchschnitt 5.2 cm höher als die nicht Pan-American-Spielerinnen (Spence, Disch, Fred & Coleman, 1980). Zudem korrelierte die vertikale Sprungleistung und die durchschnittliche Sprunghöhe des Frauenturniers mit der finalen Rangordnung des Teams während dem „US National Championship Tournament“ im Jahre 1974 ($r=0.44-0.63$). Keine Beziehung wurde zwischen dem vertikale Sprung und der finalen Rangliste bei den Männern gefunden. Die Autoren der Studie schlugen vor, dass es eine kritische Höhe über dem Netz gibt, welche optimal fürs Blocken und Angreifen ist. Diese kritische Höhe wird wohl von den meisten männlichen Spielern erreicht, da sie sowieso höher springen als Frauen. Bei den Frauen haben jene einen Vorteil, welche diese Höhe erreichen. Daher kann es sein, dass die Sprungfähigkeit bei den Frauen wichtiger ist, um Erfolg zu haben, als bei den Männern. Somit hängt die vertikale Sprungleistung mit dem Erfolg in nationalen Frauen-Volleyballturnieren zusammen (Gladden & Golacino, 1978). Aus diesem Grund ist es wichtig, die Sprungkraft zu trainieren und deswegen wird im nächsten Kapitel ein Überblick über das Training der Sprungkraft gegeben.

1.2 Konditionstraining für Volleyballerinnen

In der Literatur wird vorgeschlagen, dass das Training für Höchstleistungen im Volleyball spezifisch auf die Bedingungen des Volleyballs abgestimmt sein muss. Somit sollten die Übungen an die Bewegungen während des Spiels angepasst werden.

Betrachtet man das Anforderungsprofil einer Volleyballerin, so sollte das Ziel des Trainings sein, den vertikalen Sprung zu verbessern, da dieser einer der wichtigsten Aspekte des Spiels ausmacht (Hedrick, 2007).

1.2.1 Vertikale Sprungkraft trainieren. Die vertikale Sprungleistung hängt von muskulären und neuralen Aspekten ab. Um hoch springen zu können, muss die grösste vertikale Beschleunigung erreicht werden, bevor der Boden verlassen wird. Diese Beschleunigung kreiert die grösste anfängliche vertikale Geschwindigkeit. Um die grösste vertikale Beschleunigung zu erreichen, muss der Spieler so viel Kraft wie möglich in kürzester Zeit generieren. Werden die Muskelmasse vergrössert und neurale Mechanismen (z. B. Muskelspindeldehnreflex) trainiert, um schneller aufeinander reagieren zu können, so kann der Athlet höher springen (Ziv & Lidor, 2009).

Athleten und Trainer von unterschiedlichen sportlichen Domänen sehen die Sprungkraftfähigkeit als Hinweis für sportliches Potential. Eine geringe vertikale Sprungkraft ist ein Indiz für eine schlechte Muskelentwicklung und verringert die sportliche Leistung. Somit sollte diese, bei leistungsschwachen Athleten, als oberstes Trainingsziel angesehen werden und deshalb wollen auch viele Trainer die Explosivkraft der unteren Extremitäten ihrer Athleten und Athletinnen verbessern (Hübner, Lüthy, Sonderegger, Tschopp, 2014; Mauch, 2016).

Krafttraining mit einer langsamen Bewegungsausführung steigert die Kraft und vergrössert die Muskelmasse. Diese Methode ist jedoch für Sportarten mit hohen Geschwindigkeiten nicht geeignet, da die reale sportliche Leistung nicht simuliert wird (Channell & Barfield, 2008, zitiert nach Mauch 2016). Baker (1996, zitiert nach Mauch, 2016) fand in seiner Studie heraus, dass Squats sehr gute Übungen zur Stärkung der unteren Extremitäten sind, jedoch kaum mit der vertikalen Sprungleistung korrelieren. Da man beim vertikalen Sprung die Muskelkraft schnell mobilisieren und in kurzer Zeit einen möglichst hohen Kraftimpuls erzeugen muss, ist die Explosivkraft von grosser Bedeutung (Hegner, 2008). Um die Sprungkraft erfolgreich zu verbessern, darf die Trainingsspezifität nicht vernachlässigt werden. Die Theorie der Trainingsspezifität besagt, dass der Transfer von einer Trainingsübung zur Bewegungsendform nur funktionieren kann, wenn die Übung so nahe wie möglich an der Endform liegt. Dabei gilt es die Bewegungsbandbreite, Kontraktionsgeschwindigkeit und die Koordination zu beachten (Fowler & Lees, 1998). Aus diesen Gründen eignen sich vor allem Übun-

gen wie der Drop-Jump (DJ) und der Counter Movement Jump (CMJ) um die vertikale Sprungkraft zu trainieren (Mauch, 2016).

Aus den obigen Kapiteln kann entnommen werden, dass die vertikale Sprungleistung bei Volleyballspielerinnen eine wichtige Rolle spielt. Im nachfolgenden Kapitel wird der aktuelle Forschungsstand dazu erläutert und das Gebiet der Leistungsdiagnostik im Volleyball erschlossen.

1.3 Leistungsdiagnostik

1.3.1 Definition Diagnostik und Leistungsdiagnostik. Die im Sport verwendete Diagnostik basiert auf Daten, welche anhand von trainingswissenschaftlichen Kriterien erhoben werden. Das Datenmaterial stammt aus Wettkämpfen, Trainings- und Leistungsanalysen. Aus diesem Grund wird die Leistungsdiagnostik folgendermassen definiert:

Lehre und Komplex von Verfahren der Leistungsdiagnose, d.h. der Erfassung und Beurteilung der sportlichen Leistungen und der aktuellen Leistungsfähigkeit - des erreichten Leistungszustandes auf der Grundlage von Kennwerten, Kennlinien und Merkmalen des Leistungsvollzuges sowie von Kennwerten der wesentlichsten personalen Voraussetzungen. Darin einbezogen sind die Relationen der ermittelten Daten, d.h. die Struktur des Leistungssystems (Schnabel, Harre & Borde, 1994, zitiert nach Alireza, 2008, S.17).

1.3.2 Aufgaben der trainingswissenschaftlichen Leistungsdiagnostik. In der trainingswissenschaftlichen Leistungsanalyse wird beispielsweise analysiert, warum eine Volleyballspielerin höher springen kann, als eine Sportlerin aus einem anderen Bereich und worin sich die beiden Athletinnen unterscheiden. Das Ziel der trainingswissenschaftlichen Leistungsdiagnostik ist es schliesslich, solche Fragen zu beantworten. Daraus ergibt sich folgende Definition:

Aufgabe der trainingswissenschaftlichen Leistungsdiagnostik ist die Strukturierung der sportlichen Leistung und der Leistungsfähigkeit. Das bedeutet in erster Linie Priorisierung der Einflussgrößen und in zweiter Linie deren interne Ordnung. Aufgabe der trainingspraktischen Leistungsdiagnostik ist der Ist-Sollwert-Vergleich, d.h. die Identifikation von Stärken und Schwächen, sowie die Kontrolle des Trainingserfolges (Hohmann, Lames & Letzelter, 2007, zitiert nach Alireza, 2008, S.18).

Somit werden die einzelnen Spielerinnen und deren individuellen Fähigkeiten analysiert. Bezieht man dies auf den Volleyballsport, so interessieren vor allem Tests, welche die Sprungkraft, die Beweglichkeit und Geschwindigkeit, Ausdauer und die körperlichen Voraussetzun-

gen untersuchen, „um die Leistungsveränderungen der Spielerinnen während der Vorbereitungs- und Wettkampfphase zu kontrollieren und die Einflüsse des Trainings auf die Leistung herauszufinden“ (Alireza, 2008, S.19).

1.3.3 Sprungkraftdiagnostik. Die vertikale Sprungleistung während der ganzen Saison zu messen, kann hilfreich sein, damit man einen Überblick über die Steigerungen und Abnahmen hat. Mit Hilfe der Tests kann das Training abgeändert werden, um zum Beispiel einer Abnahme entgegen zu wirken. Vertikale Sprungtests sind einfach auszuführen, nicht zeitintensiv und benötigen nur relativ günstige Testgeräte. In Übereinkunft mit dem Konzept der Trainingsspezifität wird gesagt, dass die Tests den Angriffssprung und den Blocksprung beinhalten sollten. Das Testprozedere und die Ausrüstung sollte zu Beginn der Saison ausgewählt und dann beibehalten werden, damit es keine Variationen gibt, die nicht von den Spielern ausgelöst werden. Trainer sollten daher über die verschiedenen Methoden und Geräte Bescheid wissen. Die Trainer können dann auch ihre Spieler mit anderen Spielern vergleichen, solange die gleichen Methoden und Geräte verwendet wurden (Ziv & Lidor, 2009).

1.3.4 Überprüfung der vertikalen Sprungkraft. „Die Messung der vertikalen Sprungleistung wird heute als gängiges Mittel angesehen, um die athletische Stärke und Kraft in den unteren Extremitäten zu bestimmen“ (Carlock et al., 2004; Carlson, Magnusen & Walters, 2009, zitiert nach Mauch, 2016). Aus diesem Grund ist die Überprüfung der Sprungkraftfähigkeit innerhalb der Leistungsdiagnostik im Volleyball enorm wichtig (Alireza, 2008). So entwickelte sich bereits Anfang der 1980er Jahre das Gebiet der Sprungkraftdiagnostik. Zu Beginn wurde mit einem Jump-and-Reach-Test gearbeitet. Dabei mussten die Athleten aus dem Stand so hoch wie möglich springen. Gemessen wurde dabei die Differenz zwischen Stand- und Sprunghöhe. Die Finger wurden in Magnesia getaucht, sodass man nach der Durchführung des Sprungs, die gesprungene Höhe an der Wand ablesen konnte (Bundesamt für Sport, 1981). Wenige Jahre später wurde der Standardsprungkrafttest entwickelt, welcher von Schmidtbleicher im Jahre 1985 an verschiedenen Sportinstituten in Deutschland erfolgreich eingesetzt wurde (Frick, Schmidtbleicher & Wörn, 1991). Der Standardsprungkrafttest beinhaltet den Squat Jump (SJ). Dies ist ein vertikaler Sprung, welcher ohne Armschwung und rein konzentrisch ausgeführt wird. Der SJ wird in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, da unter anderem Sattler et al. (2015) in ihrer Studie über die vertikale Sprungleistung bei professionellen männlichen und weiblichen Volleyballspielern herausfanden, dass der SJ enorme Übung benötigt, bis man ihn korrekt ausführen kann. Aus diesem Grund stellten die Autoren

auch fest, dass professionelle Volleyballerinnen mit mehreren Trainingseinheiten pro Woche signifikant bessere Ergebnisse bei der SJ Leistung erzielten als Volleyballerinnen aus tieferen Ligen. Da in dieser Arbeit mit regional spielenden Sportlerinnen gearbeitet wird, wird dieser Sprung aus den oben genannten Gründen vernachlässigt. Weiter wurde der CMJ mitberücksichtigt. Dies ist ein Sprung mit exzentrischer Ausholbewegung und anschliessender konzentrischer Phase (Alireza, 2008; siehe Abbildung 1). Der Sprung lässt dem Probanden hinsichtlich der Ausführungs geschwindigkeit und Ausholtiefe grosse Freiheiten. Jedoch sollte darauf geachtet werden, dass die Bewegung flüssig vonstattengeht (Frick et al., 1991, Wank & Hegner, 2009, zitiert nach, Richter, 2011).

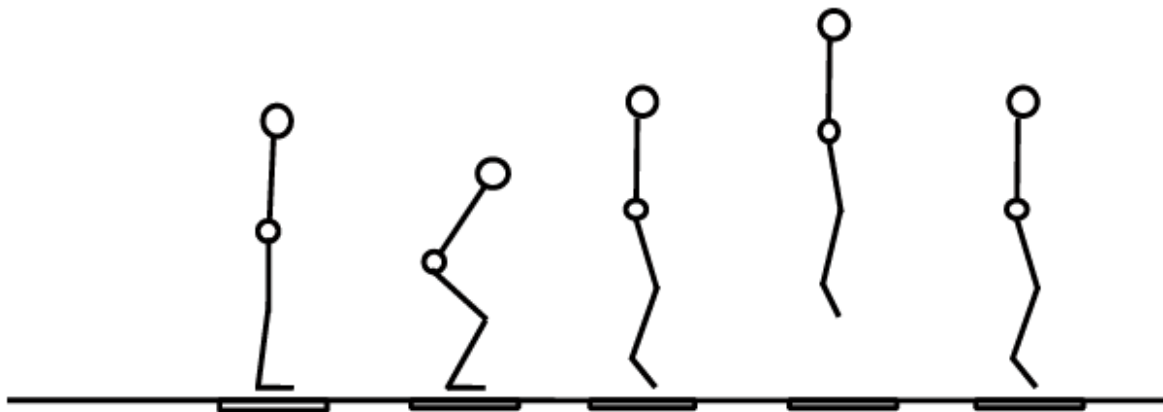


Abbildung 1. Schematische Darstellung des Bewegungsablaufes bei einem Counter Movement Jump. (Richter, 2011).

Maarten und Kollegen (2005) untersuchten den Effekt der Ausholbewegung auf die Sprunghöhe. Sie konnten herausfinden, dass beim CMJ im Vergleich zum Squat Jump zwischen 0.4 cm und 2.5 cm höher gesprungen wurde. Die grössere Sprunghöhe beim CMJ sei darauf zurückzuführen, dass man einen grösseren Arbeitsoutput der Hüftextensor-Muskeln habe, welche während der ersten 30 % der Ausholbewegung aktiv sind.

Im Standardsprungkrafttest von Schmidtbleicher war auch der DJ enthalten. Dies ist ein Sprung aus einer aufrechten und erhöhten Ausgangsposition. Durch Vorschwingen eines Beines, erfolgt eine kurze Phase des freien Falls. Es folgt der Bodenkontakt, wobei unmittelbar danach maximal in die Höhe gesprungen wird (siehe Abbildung 2). „Die Fallhöhe kann variieren und hat einen direkten Einfluss auf die Sprungleistung. Verschiedenen Studien zu Folge werden bei mittleren Fallhöhen grössere Sprunghöhen erreicht als bei geringen und grossen Fallhöhen“ (Arteaga et al., 2000, zitiert nach Richter, 2011, S. 25).

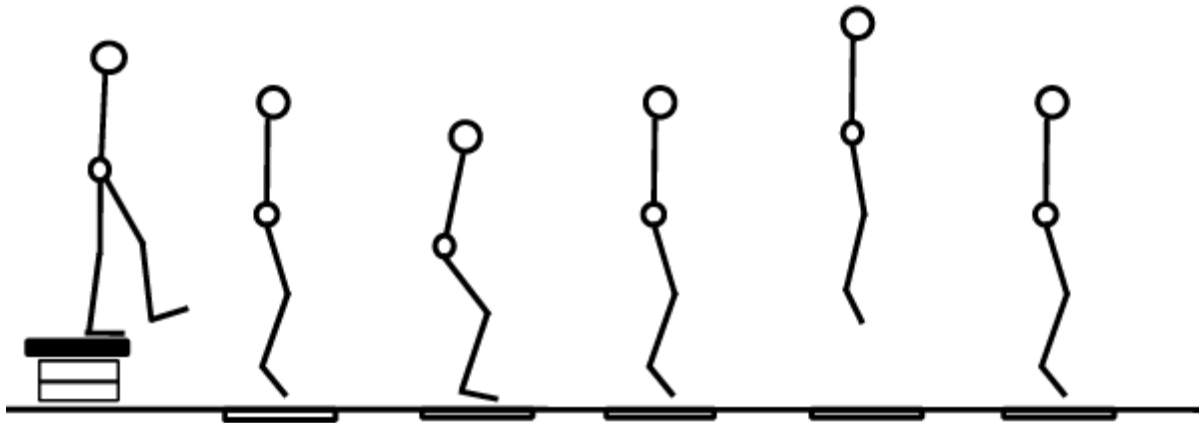


Abbildung 2. Schematische Darstellung des Bewegungsablaufes bei einem Drop Jump. (Richter, 2011).

Anhand des DJ erreicht ein Athlet eine grössere Quote an exzentrischer Energie, welche eine effektivere Nutzung des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus stimuliert (Marshall & Moran, 2013). Der Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus beschreibt eine Funktionsweise des neuromuskulären Systems, bei welcher der involvierte Muskel gedehnt und danach postwendend verkürzt wird. Somit erfolgt eine exzentrische und gleich darauf eine konzentrische Arbeitsweise. Dabei wird zwischen einem schnellen und einem langsamen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus unterschieden. Der schnelle Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus tritt vor allem bei Sprints oder beim DJ auf und charakterisiert sich durch eine Zeitdauer von 100-250 ms. Der langsame Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus tritt z.B. beim CMJ auf und tritt bei einer Zeitdauer von mehr als 250 ms auf (Wirth, Sander, Keiner & Schmidtbleicher, 2011; Banzer, Pfeifer & Vogt, 2004). Bei sportlichen Aktivitäten ist der schnelle Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus aktiv, weshalb der Fokus darauf gelegt wird. Hierbei ist der Muskel bereits vor der Ausübung der Bewegung vorinnerviert. Dank dieser Voraktivierung des Muskels entsteht die Short Range Elastic Stiffness, welche es dem Muskel ermöglicht, für eine kurze Zeitspanne der anfallenden Dehnung entgegen zu wirken. Dadurch wird die Kontraktionskraft gesteigert und die Muskulatur zusätzlich angeregt. Die Energie, welche bei der „Dehnungswiderstehung“ anfällt, wird in den Sehnen gespeichert und in der konzentrischen Phase der Bewegung wieder freigesetzt. Diese zusätzliche Energie ermöglicht es den Athleten bessere Leistungen zu erzielen, als wenn die Arbeitsweise aus rein konzentrischer Natur von statten geht (Schmidtbleicher, 1987). Einen weiteren Vorteil stellt der grössere mechanische Output des DJ zur Verbesserung der Sprungkraft dar. Denn in der Theorie wird vorgeschlagen, dass die Sprungfähigkeit verbessert wird, indem man Trainingsübungen verwendet, welche einen grösseren mechanischen Output erzeugen, als der zu verbessernde Sprung (Marshall et al. 2013). Die erwähnten Sprünge des

Standardsprungkrafttests von Schmidtbleicher wurden allesamt auf einer „Kistler Kraftmessplattform“ durchgeführt, wobei jeweils die Körperschwerpunkterhöhung gemessen wurde (Frick et al., 1991).

Für eine Untersuchung der Sprungkraft in der Sportart Volleyball empfiehlt Geese (1986, zitiert nach Alireza, 2008) eine Differenzierung in der Koordinationsfähigkeit zwischen Arm- und Beineinsatz. Dies wird ermöglicht, indem man den CMJ mit und ohne Armeinsatz ausführen lässt. Der CMJ mit Armeinsatz bringt einen zusätzlichen Vorteil mit sich, denn er widerspiegelt (fast gänzlich) die koordinative Bewegung des Blocksprunges im Volleyball. Beim Defensivverhalten (Blocksprung) startet die Spielerin aus einer stabilen Position, bei welcher die Knie leicht gebeugt und die Arme vor dem Brustkorb positioniert sind. Da die Arme vor dem Brustkorb positioniert sind, ähnelt der Blocksprung dem CMJ nicht zu 100 %. Jedoch wird der Blocksprung auch mit einer exzentrischen Ausholbewegung und anschließend konzentrischem vertikalem Sprung ausgeführt. In der Studie von Sattler, Sekulic, Hadzic, Uljevic und Dervisevic aus dem Jahre 2012, wurde die Reliabilität und die Validität des Blocksprunges hinsichtlich des CMJ mit Armschwung untersucht. Der CMJ-Test begann mit einem in einer aufrechten Position stehenden Individuum. Es folgte eine schnelle Ausholbewegung, wobei die Probanden eine Knieflexion von ungefähr 90° erreichten. Unmittelbar danach folgte ein vertikaler Sprung, bei welchem so hoch wie nur möglich gesprungen wurde. Der Test wurde mit einem kompletten Armschwung ausgeführt. Beim Blocksprungtest wurden die Probanden angehalten, sich vorzustellen, dass sie einen Blocksprung während eines Spiels machten. Die Ausgangsposition war die oben beschriebene defensive Blockposition. Aus dieser Ausgangsposition führten die Probanden einen CMJ aus, bei welchem die Knieflexion und der Armschwung selber gewählt werden durften (da jeder Proband eine individuelle Technik besitzt). Der Sprung wurde mit einer kompletten Armextension ausgeführt, wobei die Probanden so hoch wie möglich springen mussten. Es wurde herausgefunden, dass der Blocksprung mit dem CMJ mit Armschwung signifikant korreliert ($r = 0.89$). Ein anderer Aspekt von Sprüngen während einem Spiel ist, dass selten aus einer Ruhesituation heraus gesprungen wird. In einer typischen Spielsituation gehen mehrere kurze Bewegungen oder Laufen dem Sprung voraus. Somit sind die Sprünge im Volleyball koordinativ anspruchsvoller als diejenigen des Standardsprungkrafttests (DJ, CMJ und SJ). In einer Studie (Hertogh et al, 2005) wurden sechs aufeinanderfolgende maximale vertikale Sprünge mit sechs aufeinanderfolgenden Sprüngen, welche jeweils auf verschiedene Läufe (3 m rückwärts, 4 m seitlich und 3 m diagonal) folgten, verglichen. Zwischen den einzelnen Sprüngen hatten die Probanden 20 s Pause. Die Werte bei den aufeinanderfolgenden Sprüngen ohne Laufen waren signi-

fikant höher als bei den anderen Sprüngen mit Laufen. Zudem steigerte sich die vertikale Sprungleistung bei den Sprüngen ohne Laufen. Die vertikale Sprungleistung bei den Sprüngen mit Laufen blieb konstant. Aus diesem Grund schlägt Alireza (2008) in seiner Doktorarbeit vor, für die volleyballspezifische Sprungkraftdiagnostik den Angriffsschlag mit zu berücksichtigen. Dieser lässt sich mit einem CMJ mit Anlauf und Armeinsatz exakt rekonstruieren. In der Studie von Sattler et al. (2012) wurde zusätzlich zur Validität des Blocksprungs auch diejenige des Angriffssprungs auf den CMJ untersucht. Auch hier fanden die Autoren eine signifikante Korrelation von $r = 0.75$. Die Studie zeigte, dass alle Testprozeduren (Angriffssprung und Blocksprung) eine hohe Validität und Reliabilität zu dem Standardkrafttest (CMJ) aufwiesen. Ein weiterer Sprungkrafttest, welcher häufig in der Sprungkraftdiagnostik verwendet wird, ist der Standweitsprung. Hier springt der Athlet mit einer Ausholbewegung aus dem Stand so weit wie möglich nach vorne (siehe Abbildung 2). Dabei wird der Abstand zwischen der Absprunglinie und der Landeposition (Ferse) gemessen (Braun et al. 2016).

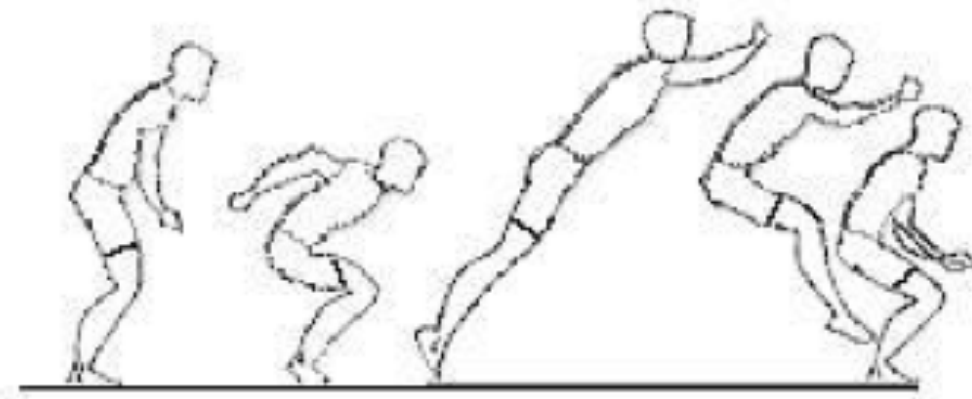


Abbildung 3. Schematische Darstellung des Bewegungsablaufes bei einem Standweitsprung. (Heidt, Pearse-Danker, Katins & Koç, 2013).

In der Studie von Castro-Pinero et al. aus dem Jahre 2010 wurde der Zusammenhang des Standweitsprungs und der herkömmlichen Sprungkrafttests (wie dem SJ und dem CMJ) mit der Kraft der Oberkörpermuskulatur (anhand von Liegestützen und isometrischem Training) untersucht. Es interessierte sie also der Zusammenhang zwischen der Explosivkraft der Beinmuskulatur und derjenigen des Oberkörpers. An der Studie nahmen 94 gesunde Kinder (45 Mädchen und 49 Knaben) im Alter von 6-17 Jahren teil. Während zwei Wochen hatten die Kinder 4 Trainings, in welchen sie die Grundfertigkeiten der Sprünge erlernten. Alle Kinder waren zudem in ihrer Freizeit 3-4mal sportlich in ihren Vereinen tätig. Sie stellten fest, dass der Standweitsprung den grössten Zusammenhang mit den Sprungkrafttests der Beinmuskulatur ($R^2 = 0.829-0.864$) und auch mit denjenigen der Oberkörpermuskulatur ($R^2 = 0.694-0.851$)

aufwies. Jedoch muss man beachten, dass die Resultate der Kinder nicht 1:1 auf Erwachsene übertragbar sind. Auch eine andere Studie (Markovic, Dizdar, Jukic & Cardinale, 2004) fand eine signifikante Korrelation ($r = 0.76$) zwischen dem Standweitsprung und den vertikalen Sprungkrafttests, wobei man bei einer älteren Studie von Aguado et al. aus dem Jahre 1997 keinen signifikanten Zusammenhang fand. Die Resultate zeigten eine schlechtere Korrelation zwischen dem Standweitsprung und den vertikalen Sprungkrafttests ($r = 0.70$) bei Kindern im Alter von 7-12 Jahren. Somit braucht es hier noch ein wenig Forschungsarbeit, um Klarheit über den Standweitsprung zu erhalten.

Aus der Forschungsarbeit von Schmidtbleicher zum Standardsprungkrafttest und der Arbeit von Geese zur Differenzierung von Arm- und Beineinsatz und dem Fakt, dass im Volleyball selten aus einer Ruheposition heraus gesprungen wird, ergeben sich somit folgende Sprungkrafttests für die Sportart Volleyball:

- Counter Movement Jump ohne Armeinsatz
- Counter Movement Jump mit Armeinsatz (Blocksprung)
- Counter Movement Jump mit Anlauf und Armeinsatz (Angriffssprung)
- Drop Jump
- Standweitsprung

Alireza (2008) untersuchte in seiner Doktorarbeit unter anderem die Sprunghöhen von Volleyballerinnen anhand des CMJ, des CMJ mit Armschwung, des SJ, des Angriffssprungs und des Blocksprungs und setzte diese in Beziehung zueinander. Die Daten wurden mit der Damen-Volleyballbundesligamannschaft des VC Augsburg während der Saison 2003/2004 erhoben. Insgesamt nahmen 13 Spielerinnen teil. Zu Beginn der Untersuchung mussten sich die Spielerinnen einer Eingangsuntersuchung unterziehen, bei welcher sie mit der Sprungkraftdiagnostik vertraut gemacht wurden und wo auch gleich die Eingangsdaten erhoben wurden. Danach wurde einmal im Monat die Diagnostik der Sprungkraftfähigkeit durchgeführt. Schliesslich mussten die Spielerinnen am Ende der Saison einen Ausgangstest absolvieren. Dazwischen gingen die Spielerinnen dem normalen Profialltag nach. Alireza fand in seiner Studie heraus, dass der Sprung mit der geringsten Korrelation zu den anderen Sprüngen der DJ ist. Laut ihm sei dies so, da nur bei diesem Sprung der kurze Dehnungs-Verkürzungszyklus eine entscheidende Rolle spiele. Die höchste Korrelation ($r = 0.826$) liess sich zwischen dem SJ und dem CMJ ohne Armeinsatz feststellen. Die Ursache dafür sei, laut Autor, dass beide Sprünge von der konzentrischen Schnellkraft der Beine geprägt werden. Jedoch sind die Korrelationen zwischen den anderen Sprüngen auch sehr hoch, sodass von einem Generalfaktor gesprochen werden kann.

Da Alireza in seiner Arbeit (2008) zwar die Sprungkrafttests in Beziehung stellt, jedoch den Trainingseffekt nicht berücksichtigt, ist die Frage nach dem geeignetsten Sprungkrafttest zur Ermittlung der Sprunghöhe und des Trainingseffektes noch nicht geklärt. Ausserdem verwendet Alireza in seiner Untersuchung den SJ und setzt diesen in Beziehung zu den anderen volleyballspezifischen Sprungkrafttests. Dies wird in dieser Arbeit vernachlässigt, da aus den oben genannten Gründen (vgl. S. 8) der SJ einer typischen Volleyballbewegung nicht nachkommt. Zudem wird in der Arbeit von Alireza der Standweitsprung vernachlässigt und somit die Frage, ob der Standweitsprung mit den anderen Sprungkrafttests korreliert, nicht beantwortet. Auch auf die Frage, ob die Sprungkrafttests denn auch den sportartspezifischen Anforderungen nahekommen, lässt sich keine Antwort finden. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit zusätzlich die Validität anhand des Korrelationskoeffizienten untersucht, indem der CMJ mit Anlauf und Armeinsatz (Angriffsschlag) als Referenzwert angesehen wird.

1.4 Ziel und konkrete Fragestellungen

Ziel der Arbeit ist es, Aussagen über Korrelation und Validität der standardisierten Sprungkrafttests, im Hinblick auf die Sportart Volleyball machen zu können. Es wird untersucht, welcher Test am geeignetsten ist, die Sprungkraft und den Trainingseffekt zu messen und welcher am sportartspezifischsten ist. Anhand dieser Trainingsstudie wird versucht, ein übersichtliches Bild über die Korrelationen und die Validität zwischen dem CMJ mit Armeinsatz, CMJ ohne Armeinsatz, CMJ mit Armeinsatz und Anlauf, DJ und dem Standweitsprung zu geben.

Folgende Fragestellungen lassen sich zu dieser Thematik formulieren:

1. Wie korrelieren CMJ mit und ohne Armeinsatz, DJ, Standweitsprung und CMJ mit Armeinsatz und Anlauf miteinander?
2. Wie valide sind die Sprungkrafttests im Hinblick auf die Sportart Volleyball?
3. Wie wirkt sich ein sechswöchiges CMJ- oder DJ-Training auf den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Sprungtests aus?

Folgende Hypothesen lassen sich zu den Fragestellungen aufstellen:

1. Der Sprung mit der niedrigsten Korrelation zu den anderen Sprüngen ist der Standweitsprung, da nur bei dieser Sprungart die horizontale Sprungkraft in Betracht gezogen wird.
2. Der standardisierte Sprungkrafttest „CMJ mit Armeinsatz“ kommt dem Referenzwert des „CMJ mit Armeinsatz und Anlauf“ am nächsten und ist somit im Hinblick auf die Sportart Volleyball am spezifischsten.
3. Die Leistungen korrelieren nach den Trainings besser miteinander, da Technikmängel und andere Störfaktoren beseitigt wurden.

2 Methode

2.1 Probanden

Die Untersuchungsgruppe besteht ausschliesslich aus Frauen, welche alle Volleyball spielen und mindestens zwei Mal pro Woche trainieren. Das Sprungtraining wurde in drei verschiedenen Teams durchgeführt, die alle ein ähnliches Spielniveau haben, welches auf regionaler Ebene liegt. Die Probandinnen sind zwischen 15 und 32 Jahre alt. Zu Beginn haben 33 Volleyballspielerinnen an den Sprungtrainings teilgenommen, wovon 28 die Trainingsstudie auch abgeschlossen haben. Fünf Spielerinnen konnten aufgrund von zu vielen Absenzen oder Verletzungen die Studie nicht beenden. Die Probandinnen wurden über den Verlauf der Studie informiert und haben vor dem Testbeginn eine Einverständniserklärung unterzeichnet. Vor dem Trainingsstart wurden die Probandinnen in eine CMJ-Gruppe und in eine DJ-Gruppe aufgeteilt. Die Gruppenzuteilung basierte auf zwei Faktoren. Erstens, ein möglichst ausgeglichenes Durchschnittsalter in beiden Gruppen zu haben. Zweitens, ein identisches Ausgangsniveau in beiden Gruppen zu erzielen. Dazu wurde die Höhe des CMJ mit Armschwung auf die jeweilige Körpergrösse der Probandinnen berechnet. Die Sprunghöhe ist daher im Prozentsatz zur Körpergrösse angegeben. Der Altersdurchschnitt liegt in der CMJ-Gruppe bei 20,8 und bei der DJ-Gruppe bei 22. Die Sprunghöhen liegen bei 19,7% (CMJ-Gruppe) und 19,9% (DJ-Gruppe). In der untenstehenden Tabelle sind die Charakteristiken der beiden Gruppen aufgezeigt.

Tabelle 1

Charakterisierung der Versuchspersonen der CMJ-Gruppe (N=14) und der DJ-Gruppe (N=14)

Gruppe	Alter (Jahre)	Körpergewicht (kg)	Körpergrösse (cm)	Sprunghöhe (% Körpergrösse)
CMJ	20.8 ± 3.2	63.2 ± 6.2	170 ± 3	19.7 ± 2
DJ	22.0 ± 4.1	64.0 ± 7.9	168 ± 4	19.9 ± 2

Anmerkung. CMJ=Counter Movement Jump, DJ=Drop Jump.

2.2 Untersuchungsdesign

Beim Untersuchungsdesign handelt es sich um eine Trainingsstudie, welche nicht kontrolliert und offen ist. Eine Gruppe hat den CMJ trainiert und die andere den DJ. Die untenstehende Abbildung zeigt das Untersuchungsdesign der Studie.

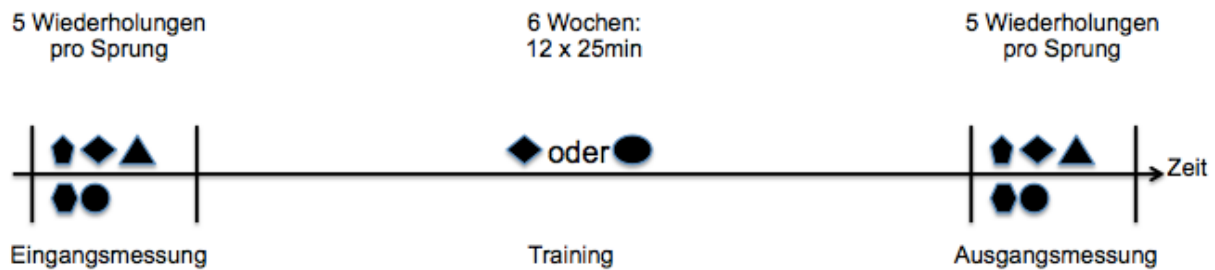


Abbildung 4. Vor und nach dem 6-wöchigen Training des Counter Movement Jumps (CMJ) oder des Drop Jumps (DJ) wurden fünf Parameter mit dem Optogait (Untersuchungsinstrument) erfasst. Es wurde die Sprunghöhe des CMJ, CMJ mit Armschwung, CMJ mit Armschwung und Anlauf, DJ und der Standweitsprung gemessen. Die Reihenfolge der Sprünge bei der Messung wurde randomisiert. Das Sechseck steht für den CMJ, das Parallelogramm für den CMJ mit Armschwung, das Dreieck für den CMJ mit Armschwung und Anlauf und der Kreis für den Standweitsprung.

2.2.1 Ablauf der Eingangs- und Ausgangsmessungen. Bei den Eingangs- und Ausgangsmessungen wurden fünf verschiedene Parameter erfasst:

1. Die Höhe des CMJ mit Armschwung: Die Probandinnen durften während dem Sprung eine aktive und unterstützende Armbewegung ausführen.
2. Die Höhe des CMJ ohne Armschwung: Die Probandinnen hatten die Hände am Becken angelegt und den Sprung ohne Armaktivität durchgeführt.
3. Die Höhe des CMJ mit Armschwung und Anlauf: Die Probandinnen konnten vor dem Sprung zu einem individuellen Anlauf ansetzen und beim Absprung die Arme als aktive Unterstützung benutzen. Für die Volleyballspielerinnen war diese Art von Sprung kongruent zu einem Volleyballangriff (Smash).
4. Die Höhe des DJ mit Armschwung: Die Probandinnen sprangen von einer Langbank, was einer Drophöhe von 37 cm entspricht und durften auch bei diesem Sprung eine unterstützende Armbewegung ausführen.
5. Der Standweitsprung: Bei diesem Sprung ging es darum, ohne Anlauf aber mit einem unterstützenden Armschwung, so weit wie möglich nach vorne zu springen.

Der CMJ mit Armschwung ist mit dem Blocksprung im Volleyball zu vergleichen. Der CMJ mit Anlauf und Armschwung ist sogar identisch zum Angriffssprung im Volleyball. Aus diesem Grund sind für Volleyballspielerinnen die beiden Sprünge am sportartspezifischsten und somit sind wohl auch die Messwerte am interessantesten.

Alle Probandinnen hatten vor den Messungen das identische und von uns geleitete Aufwärmen absolviert. Während dem Aufwärmen wurde darauf geachtet, dass bei allen die Muskulatur, die Gelenke sowie auch der kardiovaskuläre Bereich für die bevorstehende Belastung ideal vorbereitet waren. Die fünf verschiedenen Sprünge, welche als Parameter während den Messungen erfasst wurden, waren Teil des Aufwärmprogramms und wurden jeweils dreimal wiederholt. Somit hatten die Probandinnen bereits vor den eigentlichen Sprungmessungen 15 Probesprünge gemacht. Bei den Messungen haben die Volleyballspielerinnen pro Sprungart je fünf Wiederholungen durchgeführt. Was ein Total von 25 Sprüngen ergibt. Die Reihenfolge der einzelnen Parameter wurde randomisiert. Die Probandinnen haben nach jedem Sprung ein kurzes Feedback über ihre Höhe erhalten. Während den Messungen waren keine Zuschauer und auch keine Mitspielerinnen zugelassen.

2.2.2 Ablauf der Trainingseinheiten. Nach den Eingangsmessungen in der ersten Septemberwoche haben Serge Andrey und ich direkt mit dem sechswöchigen Sprungtraining angefangen. Von den ursprünglichen 33 Probandinnen haben 28 mindesten 10 und maximal 12 Trainings innerhalb dieser sechs Wochen absolviert. Es wurden nur Spielerinnen mit mindestens 10 Trainings in der Ergebnisauswertung beachtet.

Um die gewünschte Anzahl Trainings zu erreichen, haben die Spielerinnen zwei Mal in der Woche das Sprungtraining absolviert. Vor jedem Training gab es in der einen Hallenhälfte ein geführtes Aufwärmen. In der anderen Hälfte der Halle waren zwei Hürdenbahnen zu je drei Hürden aufgestellt. Für die CMJ-Gruppe genügte der Sprung über die Hürden, während der DJ-Gruppe eine Langbank vor die Hürden gestellt wurde, was einer Fallhöhe von 37cm entsprach, bevor auch sie über die Hürden sprangen. Die Hürden waren so eingestellt, dass alle Probandinnen mit gestreckten Beinen darüber springen konnten. Das Training wäre prinzipiell auch ohne Hürden durchführbar gewesen. Sie fungierten aber als zusätzlichen Anreiz, bei jedem Sprung voll auszuspringen. Die Probandinnen bekamen ausserdem die Anweisung, bei jedem Sprung ihre maximale Leistung abzurufen.

Pro Trainingseinheit haben die Probandinnen 60 Sprünge absolviert, welche wie folgt aufgliedert waren: Es wurden immer drei Sprünge nacheinander ausgeführt, was der Hürdenbahn entsprach. Innerhalb dieser Sprünge erhielt jede Spielerin ihre individuelle Vorbereitungszeit, die ungefähr zwischen zwei und fünf Sekunden lag. Nach der Hürdenbahn gab es 30 Sekunden Pause, bei der die Probandinnen bis zur Hallenwand liefen und sich danach wieder an den Beginn der Hürdenbahn stellten. Dieser Ablauf entspricht einem Durchgang. Die CMJ-Gruppe machte während vier solcher Durchgänge nur CMJ-Sprünge und beim fünften Durch-

gang jeweils DJ's. Die DJ-Gruppe machte das umgekehrte Programm. Also vier Durchgänge DJ-Sprünge und einen Durchgang CMJ. Nach diesen fünf Durchgängen gab es eine zweiminütige aktive Pause, in der die Probandinnen an ihrer Rumpfstabilität arbeiteten. Die Beine blieben aber frei von jeglicher Belastung. Die fünf Durchgänge mit der darauffolgenden aktiven Pause werden als eine Serie bezeichnet. Die Probandinnen haben pro Trainingseinheit vier Serien und ein Total von 60 Sprüngen absolviert.

Zusammenfassend gab es also eine CMJ-Gruppe und eine DJ-Gruppe, wobei beide einen gewissen Anteil der Sprünge im anderen Bereich absolvierten. Dies geschah, damit die möglichen Unterschiede der Trainingseffekte nicht auf technische Mängel zurückzuführen sind. Die CMJ-Gruppe hat in einer Trainingseinheit 48 CMJ und 12 DJ und die DJ-Gruppe 48 DJ und 12 CMJ-Sprünge durchgeführt. Was einem Verhältnis von 4:1 entspricht. Über die gesamte Trainingsphase haben die Spielerinnen zwischen 600 und 720 Sprünge absolviert.

2.2.2 Untersuchungsinstrument. Die Messwerte wurden bei den Eingangs- und Ausgangsmessungen mit dem Optogait (Optogait, Microgate, Italien) aufgezeichnet. Dies ist ein Messsystem, welches vorwiegend bei der Gang- und Verletzungsanalyse eingesetzt wird. Jedoch können auch alle Aspekte der dynamischen Analyse eines Probanden/Patienten aufgezeichnet und ausgewertet werden, was uns für die Analyse des CMJ mit Armschwung und Anlauf zugute kam (Optogait, 2010). Die Sprunghöhe der Probandinnen wurde über die Flugzeit anhand der Lichtschranke gemessen. Somit eignete sich dieses tragbare „Labor“ perfekt, um unsere Ein- und Ausgangsmessungen vor Ort zu machen. Zudem konnten die Testpersonen in ihrem gewohnten Umfeld die Tests durchführen und hatten somit keinen zusätzlichen „Störfaktor“.

2.2.3 Datenauswertung. Für die statistische Analyse wird von jeder Probandin jeweils der beste Versuch pro Sprungtest berücksichtigt. In einem ersten Schritt wird der Zusammenhang zwischen den einzelnen Sprungtests beurteilt. Dafür wird mit den Werten der Eingangsmessung für jede Kombination von zwei Sprungtests der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet. Hierfür wird die gesamte Stichprobe, unabhängig von der Gruppenzuteilung, verwendet. Für die Beurteilung der Validität der verschiedenen Sprungtests zur Bewertung der volleyballspezifischen Sprungkraft wird der CMJ mit Anlauf als Referenzwert angesehen. Zur Beurteilung eines eventuellen Trainingseffekts auf den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Sprungtests werden auch für die Leistungen bei der Ausgangsmessung die entsprechenden Korrelationskoeffizienten gerechnet und mit denen der Eingangsmessung verglichen. Für die statistischen Analysen wird die Software RStudio und das Tabellenkalkulationsprogramm Excel verwendet.

3 Resultate

In diesem Abschnitt werden die in den Messungen erhobenen Daten graphisch und tabellarisch dargestellt. Weiter wird auf interessante Erkenntnisse hingewiesen. In einem ersten Schritt werden die Daten der Eingangsmessung einer Korrelationsanalyse unterzogen. In einem zweiten Schritt werden die Daten der Ausgangsmessung einer Korrelationsanalyse unterzogen. In einem dritten und letzten Schritt wird die Korrelation vor und nach dem Training für beide Gruppen (CMJ-Gruppe und DJ-Gruppe) getrennt berechnet. Dabei wird untersucht, ob sich die Trainingsform (CMJ oder DJ) unterschiedlich auf den Zusammenhang zwischen den Tests auswirkt.

3.1 Korrelationsanalyse der verschiedenen Sprungkrafttests

3.1.1 Korrelationsanalyse der Eingangsmessung. Tabelle 2 zeigt die Korrelationsanalyse der Sprungkrafttests anhand der Daten der Eingangsmessung.

Tabelle 2

Korrelation der verschiedenen Sprungkrafttests anhand der Eingangsdaten

	CMJ ohne Arme	CMJ mit Armen	CMJ mit Anlauf	DJ	Standweitsprung
CMJ ohne Arme	1	0.88*	0.89*	0.90*	0.76*
CMJ mit Armen		1	0.88*	0.89*	0.66*
CMJ mit Anlauf			1	0.90*	0.67*
DJ				1	0.71*
Standweitsprung					1

Anmerkung. CMJ=Counter Movement Jump, DJ=Drop Jump. * = signifikanter Korrelationswert.

Betrachtet man die Resultate (vgl. Tabelle 2), so kann man feststellen, dass alle Sprünge signifikant (alle $p < 0.001$) miteinander korrelieren. Mit $r = 0.90$ ist die höchste Korrelation zwischen dem CMJ ohne Arme und dem DJ zu finden. Denselben Korrelationswert ($r = 0.90$) finden wir jedoch auch zwischen dem DJ und dem CMJ mit Anlauf und Armeinsatz. Aber auch bei den anderen Sprüngen sind die Korrelationswerte sehr hoch, sodass man von einem Generalfaktor sprechen kann. Der Sprung mit der niedrigsten Korrelation zu den anderen Sprüngen ist der Standweitsprung.

Als Beispiel ist in der untenstehenden Grafik die Beziehung ($r = 0.67$) zwischen dem CMJ mit Armeinsatz und Anlauf und dem Standweitsprung in einem Punktdiagramm dargestellt.

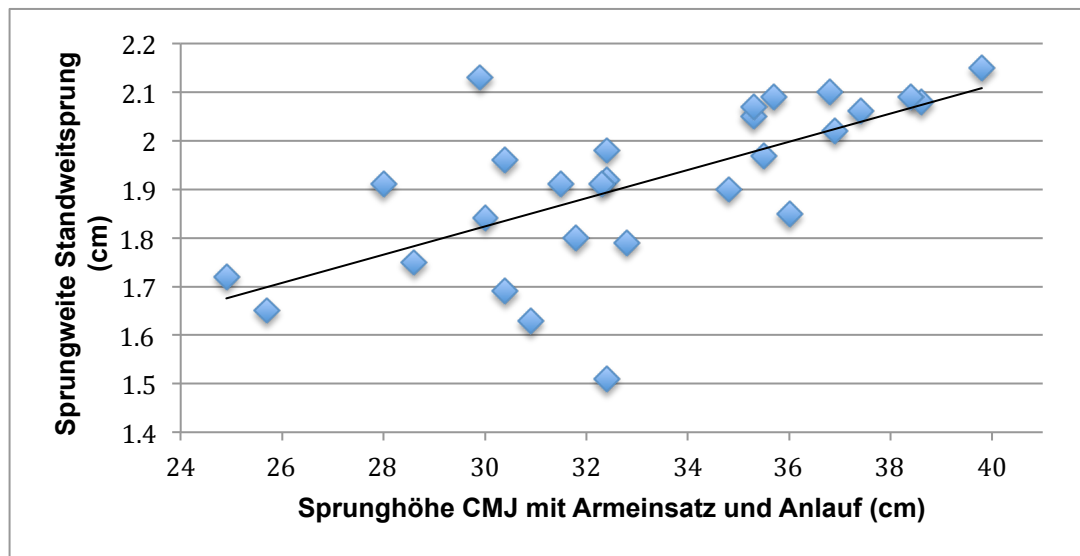


Abbildung 5. Beziehung zwischen dem CMJ mit Armeinsatz und Anlauf und dem Standweitsprung.

Laut dem Korrelationskoeffizienten korrelieren die beiden Sprünge signifikant miteinander. Bei genauerem Betrachten stellt man fest (vgl. Abbildung 5), dass die beiden Tests bei den leistungstärkeren Spielerinnen besser korrelieren als bei den leistungsschwächeren Spielerinnen. Aus diesem Grund werden in einem nächsten Schritt die Spielerinnen in eine leistungsschwache, beziehungsweise in eine leistungsstarke Gruppe eingeteilt (anhand der erbrachten Leistungen bei der Eingangsmessung beim Referenzsprung CMJ mit Anlauf und Armeinsatz) und es wird nochmals der Korrelationskoeffizient berechnet.

3.1.2 Korrelationsanalyse der leistungstarken und leistungsschwachen Gruppe. Tabelle 3 zeigt die Korrelationsanalyse der Sprungkrafttests anhand der Daten der leistungstarken Gruppe. Wie in Tabelle 3 festzustellen ist, korrelieren die Sprungkrafttests bei den leistungstärkeren Spielerinnen gut miteinander. Der Sprung mit der tiefsten Beziehung zu den anderen Sprüngen ($r = 0.61$) ist jedoch auch hier wiederum der Standweitsprung.

In Tabelle 4 ist zu erkennen, dass einige Tests nicht mehr miteinander korrelieren. Es ist dies zum einen, mit einem Korrelationswert von $r = 0.17$, die Beziehung zwischen dem CMJ mit Armen und dem Standweitsprung und zum anderen, mit einem Korrelationswert von $r = 0.15$, die Beziehung zwischen dem CMJ mit Anlauf und Armeinsatz und dem Standweitsprung. Zudem kann man beobachten, dass auch alle Korrelationswerte der anderen Sprünge tiefer geworden sind. Mit $r = 0.74$ finden wir die höchste Korrelation zwischen dem CMJ ohne Arme und dem DJ. Es fällt auch auf, dass die Sprünge der leistungsschwächeren Gruppe schlechter miteinander korrelieren als diejenigen der leistungstärkeren Gruppe. Im Anschluss sind Tabelle 3 und 4 zu finden.

Tabelle 3

Korrelation der verschiedenen Sprungkrafttests anhand der Eingangsdaten der leistungsstarken Gruppe

	CMJ ohne Arme	CMJ mit Armen	CMJ mit Anlauf	DJ	Standweitsprung
CMJ ohne Arme	1	0.81*	0.71*	0.76*	0.72*
CMJ mit Armen		1	0.73*	0.81*	0.76*
CMJ mit Anlauf			1	0.77*	0.77*
DJ				1	0.61*
Standweitsprung					1

Anmerkung. CMJ=Counter Movement Jump, DJ=Drop Jump. * = signifikanter Korrelationswert.

Tabelle 4

Korrelation der verschiedenen Sprungkrafttests anhand der Eingangsdaten der leistungsschwachen Gruppe

	CMJ ohne Arme	CMJ mit Armen	CMJ mit Anlauf	DJ	Standweitsprung
CMJ ohne Arme	1	0.56*	0.54*	0.74*	0.59*
CMJ mit Armen		1	0.54*	0.68*	0.17
CMJ mit Anlauf			1	0.69*	0.15
DJ				1	0.50*
Standweitsprung					1

Anmerkung. CMJ=Counter Movement Jump, DJ=Drop Jump. * = signifikanter Korrelationswert.

3.1.3 Korrelationsanalyse der Ausgangsmessung. Tabelle 5 zeigt die Korrelationsanalyse der Sprungkrafttests anhand der Daten der Ausgangsmessung.

Tabelle 5

Korrelation der verschiedenen Sprungkrafttests anhand der Ausgangsdaten

	CMJ ohne Arme	CMJ mit Armen	CMJ mit Anlauf	DJ	Standweitsprung
CMJ ohne Arme	1	0.88*	0.86*	0.91*	0.76*
CMJ mit Armen		1	0.83*	0.89*	0.82*
CMJ mit Anlauf			1	0.91*	0.79*
DJ				1	0.79*
Standweitsprung					1

Anmerkung. CMJ=Counter Movement Jump, DJ=Drop Jump. * = signifikanter Korrelationswert.

Auch bei den Ausgangsdaten (vgl. Tabelle 5) ist der Sprung mit den niedrigsten Korrelationswerten zu den anderen Sprüngen der Standweitsprung. Jedoch gleicht der niedrigste Wert ($r = 0.76$) bei der Ausgangsmessung, dem höchsten Wert der Eingangsmessung. Somit kann man beim Standweitsprung einen Anstieg der Korrelationskoeffiziente feststellen. Bei weiterem Betrachten der Ausgangsdaten fällt auf, dass wieder dieselben Sprünge den höchsten Korrelationswert zu den anderen Sprüngen aufweisen, wie dies bei den Eingangsdaten der Fall war. Mit $r = 0.91$ ist dies die Beziehung zwischen dem DJ und dem CMJ ohne Armeinsatz, und dem DJ und dem CMJ mit Armeinsatz und Anlauf. Jedoch sind auch hier die anderen Korrelationswerte wiederum sehr hoch, sodass wieder von einem Generalfaktor gesprochen werden kann und eine Aufzählung der Sprünge mit den höchsten Korrelationswerten wenig Sinn macht.

Da während den sechs Trainingswochen unterschiedlich trainiert wurde, eine Gruppe trainierte vorwiegend den CMJ und die andere Gruppe vorwiegend den DJ, wird in einem letzten Schritt untersucht, wie sich die Trainingsform (DJ oder CMJ) auf den Zusammenhang zwischen den Sprungkrafttests auswirkt.

3.1.4 Berechnung des Korrelationskoeffizienten für beide Gruppen vor und nach dem Training. Tabelle 6 zeigt die Korrelationsanalyse der Sprungkrafttests anhand der Daten der Ein- und Ausgangsmessung der CMJ-Gruppe.

Tabelle 6

Korrelation der verschiedenen Sprungkrafttests anhand der Ein- und Ausgangsdaten der CMJ-Gruppe

	CMJ ohne Arme	CMJ mit Armen	CMJ mit Anlauf	DJ	Standweitsprung
Vor dem Training					
CMJ ohne Arme	1	0.89*	0.87*	0.94*	0.79*
CMJ mit Armen		1	0.90*	0.92*	0.84*
CMJ mit Anlauf			1	0.90*	0.76*
DJ				1	0.74*
Standweitsprung					1
Nach dem Training					
CMJ ohne Arme	1	0.90*	0.89*	0.91*	0.67*
CMJ mit Armen		1	0.88*	0.85*	0.86*
CMJ mit Anlauf			1	0.92*	0.82*
DJ				1	0.76*
Standweitsprung					1

Anmerkung. CMJ=Counter Movement Jump, DJ=Drop Jump. * = signifikanter Korrelationswert.

Es ist zu erkennen, dass der grösste Anstieg des Korrelationskoeffizienten ($r = 0.76 - r = 0.82$) zwischen dem CMJ mit Anlauf und dem Standweitsprung stattgefunden hat. Gar eine Verringerung des Koeffizienten (welcher jedoch nicht signifikant ist) lässt sich zwischen dem CMJ ohne Arme und dem CMJ mit Armen, dem CMJ mit Armen und dem CMJ mit Armen und Anlauf, dem CMJ ohne Arme und dem DJ, dem CMJ mit Armen und DJ und dem CMJ ohne Arme und dem Standweitsprung feststellen. In der untenstehenden Tabelle wird dasselbe bei der DJ-Gruppe untersucht.

Tabelle 7 zeigt die Korrelationsanalyse der Sprungkrafttests anhand der Daten der Ein- und Ausgangsmessung der DJ-Gruppe.

Tabelle 7

Korrelation der verschiedenen Sprungkrafttests anhand der Ein- und Ausgangsdaten der DJ-Gruppe

	CMJ ohne Arme	CMJ mit Armen	CMJ mit Anlauf	DJ	Standweitsprung
Vor dem Training					
CMJ ohne Arme	1	0.87*	0.90*	0.85*	0.72*
CMJ mit Armen		1	0.87*	0.83*	0.43
CMJ mit Anlauf			1	0.90*	0.58*
DJ				1	0.67*
Standweitsprung					1
Nach dem Training					
CMJ ohne Arme	1	0.87*	0.89*	0.92*	0.88*
CMJ mit Armen		1	0.83*	0.95*	0.78*
CMJ mit Anlauf			1	0.92*	0.81*
DJ				1	0.82*
Standweitsprung					1

Anmerkung. CMJ=Counter Movement Jump, DJ=Drop Jump. * = signifikanter Korrelationswert.

Beim Betrachten der Korrelationskoeffizienten der DJ-Gruppe (vgl. Tabelle 7) lässt sich feststellen, dass der grösste Korrelationswertanstieg ($r = 0.43 - r = 0.78$) zwischen dem CMJ mit Armen und dem Standweitsprung stattgefunden hat. Ausserdem ist zu erkennen, dass der Korrelationswertanstieg bei der DJ-Gruppe im Durchschnitt höher ist als bei der CMJ-Gruppe. Eine Verringerung lässt sich nur zwischen dem CMJ ohne Arme und dem CMJ mit Armen und Anlauf und dem CMJ mit Armen und dem CMJ mit Armen und Anlauf feststellen. Es ist ausserdem zu erkennen, dass die Gruppe vor allem beim DJ besser wurde. Somit machten sie bei jenem Sprung Fortschritte, welchen sie auch trainierten.

4 Diskussion

Das Ziel der Studie war, Aussagen über Korrelation und Validität der standardisierten Sprungkrafttests, im Hinblick auf die Sportart Volleyball machen zu können.

Wenn wir uns die erste Fragestellung, wie denn die einzelnen Sprungkrafttests miteinander in Beziehung stehen, nochmals vor Augen führen, fällt einem sofort auf, dass alle Sprungkrafttests signifikant miteinander korrelieren, was auch die bisherigen Erkenntnisse anderer Studien (Alireza, 2008) widerspiegelt. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass alle Tests von der Sprungkraft abhängen. Ein Unterschied zu bisherigen Studien findet sich im DJ. In der vorliegenden Studie korreliert der DJ mit sehr hohen Werten (zwischen $r = 0.89-0.91$) zu den anderen Sprüngen. Solch hohe Korrelationswerte lassen sich jedoch in anderen Studien nicht finden. So war bei der Studie von Alireza aus dem Jahre 2008 der Sprung mit den niedrigsten Korrelationswerten zu den anderen der DJ. Bei seiner Studie korrelierte der DJ mit dem CMJ ohne Armeinsatz nur gering ($r = 0.568$). Bei unserer Studie korrelierte der DJ mit dem CMJ ohne Armeinsatz mit einem Wert von $r = 0.90-0.91$. Dasselbe lässt sich bei der Beziehung zwischen dem DJ und dem CMJ mit Armeinsatz und Anlauf feststellen. Hier betrug der Korrelationswert bei der Studie von Alireza $r = 0.689$. In meiner Studie korrelierte hingegen der DJ mit dem CMJ mit Armeinsatz mit einem Wert von $r = 0.89$. Dieser Unterschied könnte daraus resultieren, dass die Spielerinnen eine gute Technik haben, obwohl der DJ für die Volleyballerinnen ein ungewohnter Sprung ist. Auch wenn die Probanden in eine leistungsstarke bzw. leistungsschwache Gruppe eingeteilt werden (vgl. Tabelle 3 und 4), sind die DJ-Werte ($r = 0.68-0.81$) beider Gruppen sehr hoch. Dies bedeutet, dass auch die leistungsschwachen Spielerinnen beim DJ eine gute Technik haben und daraus der Unterschied zu den Werten von Alireza resultieren könnte. Ein weiterer Faktor für diesen Unterschied könnte aus der Instruktion, wie die Spielerinnen den DJ bei den Messungen ausführen sollten, resultieren. Bei unserer Studie lag der Fokus darauf, so hoch wie möglich zu springen. Wir sagten unseren Probandinnen nicht, dass sie nach Bodenkontakt so schnell wie möglich wieder abspringen sollten. Dies bestätigen auch unsere Bodenkontaktzeiten. Mit Durchschnittsbodenkontaktzeiten zwischen 0.31-0.39s sind diese, im Vergleich zu üblichen Bodenkontaktzeiten bei einem DJ (110-150 ms), sehr hoch (Marshall & Moran, 2013). So könnte also die Instruktion der Probanden zu einem Unterschied zur Studie von Alireza (2008) führen und daher in unterschiedlichen Korrelationswerten resultieren. Der Unterschied bei den Bodenkontaktzeiten beim DJ bringt einen weiteren Erklärungsversuch für die unterschiedlichen Korrelationswerte zwischen dieser und anderer Studien mit sich. Beim Vergleich der Kinematik des CMJ, des Counter Movement DJ (längere Bodenkontaktzeit) und des Bounce DJ (kur-

ze Bodenkontaktzeit), konnten Bobbert und Kollegen im Jahre 1987 herausfinden, dass der Counter Movement DJ eine grössere Spezifität zum CMJ hat, als der Bounce DJ. Zusätzlich konnte beim Bounce-DJ die neuromuskuläre Kapazität nicht in einer Art und Weise überbeansprucht werden, um CMJ-spezifisch zu sein (Marshall & Moran, 2013). Der Counter Movement DJ ist also effektiver für die Verbesserung des CMJ aufgrund der grösseren Spezifität zum CMJ. Dies erklärt auch, wieso unsere Probandinnen beim DJ eine gute Technik aufweisen, obwohl der Sprung für sie ungewohnt ist. Da sie bei den Messungen den Counter Movement DJ ausführten, bewegten sie sich in einem Bereich, welcher für sie nicht mehr so ungewohnt war.

Wie auf Seite 28 schon erwähnt, korrelieren alle Sprungkrafttests signifikant miteinander. So korrelieren auch die standardisierten Sprungkrafttests mit den volleyballspezifischen Sprungkrafttests. In der Studie von Sattler und Kollegen aus dem Jahre 2012 wurde die Validität des Blocksprunges und des Angriffssprunges auf den CMJ untersucht. Die Autoren fanden eine signifikante Korrelation von $r = 0.75$. Die Studie zeigte, dass alle Testprozeduren (Angriffssprung und Blocksprung) eine hohe Validität und Reliabilität zum Standard-Sprungkrafttest (CMJ) aufweisen. Diese Erkenntnis kann mit der vorliegenden Arbeit bestätigt werden. So korreliert der Blocksprung (CMJ mit Armeinsatz) mit dem CMJ ohne Armeinsatz mit einem Korrelationswert von $r = 0.88$. Des Weiteren korreliert der Angriffssprung (CMJ mit Anlauf und Armeinsatz) mit dem CMJ bei den Eingangsmessungen mit einem Wert von $r = 0.86$ und bei den Ausgangsmessungen mit $r = 0.89$. Somit kann die Sprungkraft für die zwei volleyballspezifischen Sprünge (Blocksprung und Angriffssprung) mit den beiden Sprungkrafttests (CMJ mit Armeinsatz und CMJ mit Armeinsatz und Anlauf) rekonstruiert und valide gemessen werden.

Nun müssen noch die zwei folgenden Fragen bezüglich des Armeinsatzes beantwortet werden. Trägt der Armschwung zu einem hohen Variabilitätskoeffizienten bei und beeinträchtigt somit die Korrelation? Oder kann dieser Faktor bei Volleyballspielerinnen ausser Acht gelassen werden, da sie es gewohnt sind mit den Armen zu arbeiten? In der Studie von Richter aus dem Jahre 2011 über „die Aspekte der Sprungkraft und Sprungkraftdiagnostik unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung im Kindes- und Jugendalter“ schreibt sie, dass der CMJ mit fixierten Armen im Hüftstütz von Probanden stabiler ausgeführt werden kann als der Sprung mit Armschwung. Zudem konnte sie in ihrer Arbeit feststellen, dass Knaben den Armschwung besser nutzen als Mädchen. So zeigten die Mädchen beim CMJ mit Armschwung einen höheren Variabilitätskoeffizienten als die Knaben. Die Mädchen verloren durch den Armeinsatz deutlich mehr an Stabilität. Dieselbe Erkenntnis konnten Sattler und

Kollegen im Jahre 2015 feststellen. Auch bei seiner Studie verwendeten die Männer den Armschwung signifikant besser als die Frauen. Bei unserer Studie hingegen sprangen die Probandinnen beim CMJ mit Hilfe des Armeinsatzes im Durchschnitt 4.05 cm höher als ohne Armeinsatz. Dies zeigt, dass die Probandinnen den Armschwung gut einsetzen können. Im untenstehenden Punktdiagramm wird die Beziehung zwischen dem CMJ mit Armeinsatz und dem CMJ ohne Armeinsatz zur Veranschaulichung dargestellt.

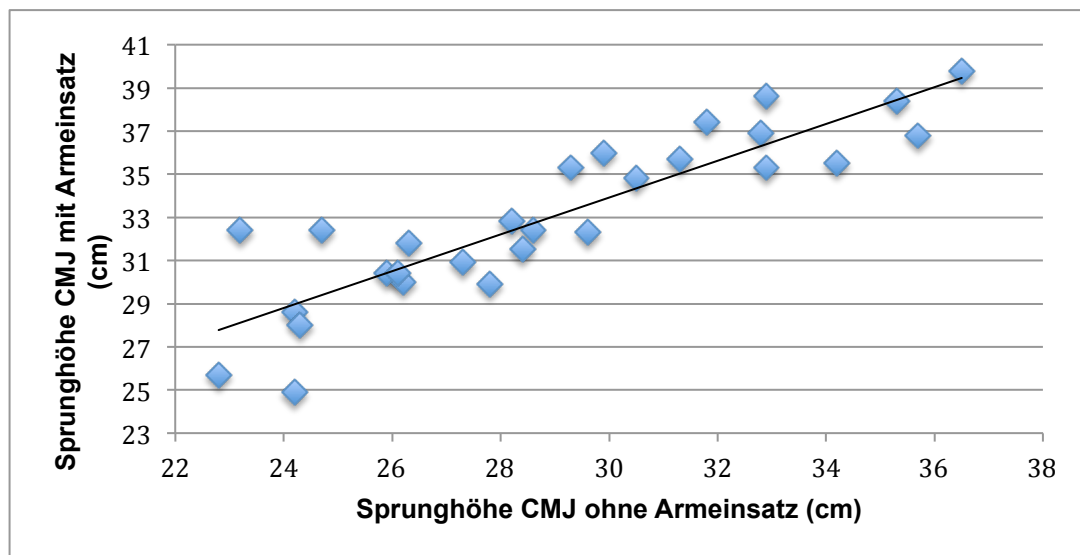


Abbildung 6. Beziehung zwischen dem CMJ mit Armeinsatz und dem CMJ ohne Armeinsatz der Eingangsmessung.

Es ist zu erkennen (vgl. Abbildung 6) dass die beiden Sprünge gut miteinander korrelieren und so keine grosse Variabilität vorherrscht, wie dies bei Richter (2011) und Sattler und Kollegen (2015) der Fall war. Es ist jedoch auch zu erkennen, dass wiederum die leistungsstärkeren Spielerinnen eine höhere Gemeinsamkeit zwischen den beiden Sprüngen aufweisen als die leistungsschwächeren Spielerinnen. Dies lässt sich auch in Tabelle 5 feststellen. Eine Erklärung für diesen Unterschied könnte sein, dass die leistungsstärkeren Spielerinnen den Armeinsatz ohne Probleme und ohne Stabilitätsverlust einsetzen können, da sie schon eine gute Technik besitzen und dies die Sprungkraftmessung nicht beeinträchtigt. So kann man bei den leistungsstärkeren Probandinnen mit den Tests die Sprungkraft messen, ohne dass die Messungen durch die unterschiedlichen technischen Fähigkeiten beeinflusst werden. Aus diesem Grund kommt es bei den leistungsstärkeren Spielerinnen auch nicht darauf an, welchen Sprungkrafttest eingesetzt wird, da die Sprungkraftmessung nicht von technischen Einflüssen beeinträchtigt wird. Bei den leistungsschwächeren Spielerinnen hingegen herrscht ein grosser Unterschied in der Technik des Armeinsatzes vor. Dies widerspiegelt sich in den schlechteren Korrelationen (vgl. Tabelle 4). Somit beeinträchtigt dieser Technikunterschied zwischen

den Teilnehmerinnen die Sprungkraftmessung. So sollten für leistungsschwächere Spielerinnen Task-spezifische Tests eingesetzt werden, da bei ihnen die Technik für die Sprungkraftmessung mitentscheidend ist. So kann man z.B. für die Messung der Sprungkraft beim Blocken den CMJ mit Armeinsatz verwenden. Somit kann festgehalten werden, dass bei leistungstärkeren Spielerinnen der Armschwung die Korrelationsmessungen nicht beeinträchtigt. Bei leistungsschwächeren Spielerinnen hingegen bestätigt sich die Erkenntnis von Richter (2012), dass der CMJ mit fixierten Armen im Hüftstütz stabiler ausgeführt werden kann als der Sprung mit Armschwung, da bei leistungsschwächeren Spielerinnen ein hoher Technikunterschied beim Armeinsatz vorherrscht.

Mit Korrelationswerten von $r = 0.66-0.76$ bei den Eingangsmessungen, wie auch bei den Ausgangsmessungen, weist der Standweitsprung zwar immer noch signifikante, aber tiefere Korrelationswerte im Vergleich zu den anderen Sprungkrafttests auf. In der Studie von Markovic, Dizdar, Jukic und Cardinale aus dem Jahre 2004, schnitt der Korrelationswert des Standweitsprunges, im Vergleich zu den anderen Sprungkrafttests, mit einem Wert von $r = 0.76$ ähnlich ab wie in dieser Studie. Die niedrigeren Korrelationswerte des Standweitsprunges können damit erklärt werden, dass der Sprung im Vergleich zu den anderen Sprungkrafttests der einzige Test ist, in welchem die Teilnehmerinnen horizontal springen müssen. Bei der Analyse der Ausgangsdaten konnte festgestellt werden, dass es eine Zunahme des Korrelationskoeffizienten beim Standweitsprung gibt, wenn man die Werte der Eingangsmessung mit jenen der Ausgangsmessung vergleicht. Im Punktdiagramm auf der nächsten Seite wird dies noch einmal verdeutlicht. Als Referenzwert wurde der CMJ mit Armeinsatz und Anlauf genommen.

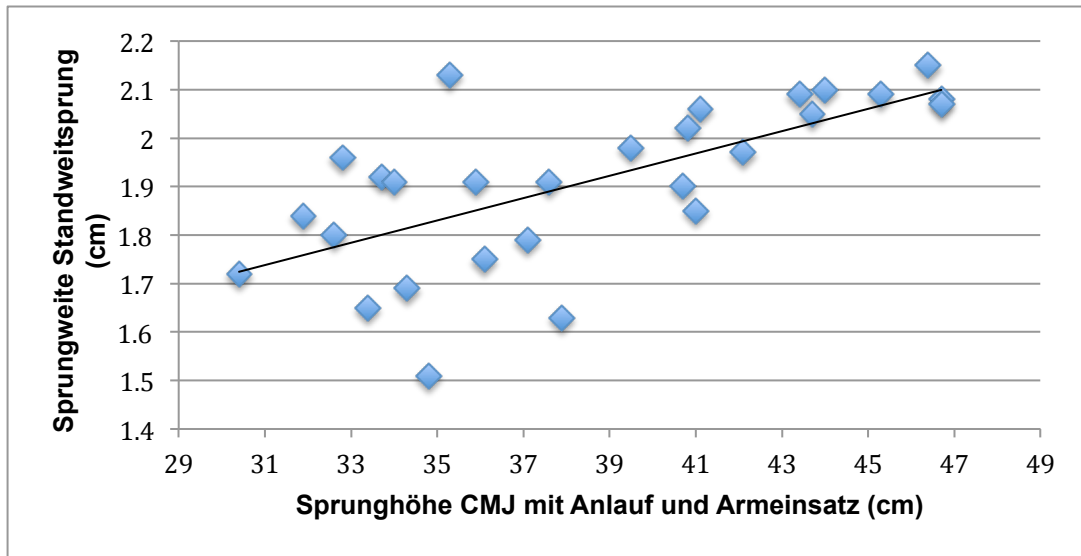


Abbildung 7. Beziehung zwischen dem Standweitsprung und dem CMJ mit Anlauf und Armeinsatz der Eingangsmessung.

Es ist zu erkennen, dass die Streuung bei der Eingangsmessung vor allem bei den leistungsschwächeren Teilnehmerinnen sehr gross war. Im Punktdiagramm der Ausgangsmessungen (vgl. Abbildung 8) kann erkannt werden, dass diese Streuung viel kleiner ist. Somit lässt sich die Zunahme der Standweitsprungwerte der Ausgangsmessung, im Vergleich zu den Werten der Eingangsmessung, mit der Verbesserung der Sprungleistung der leistungsschwächeren Teilnehmerinnen erklären.

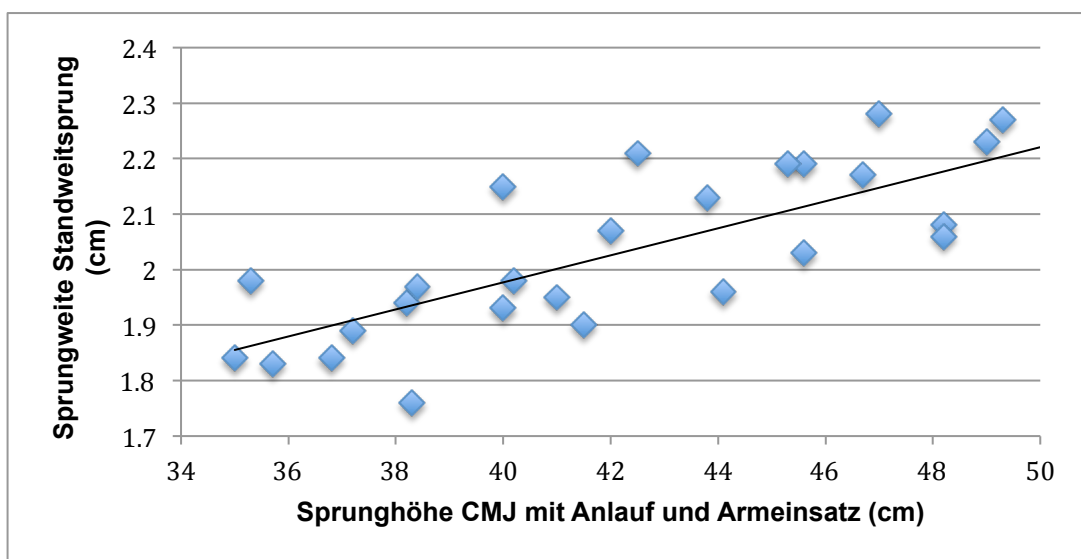


Abbildung 8. Beziehung zwischen Standweitsprung und CMJ mit Anlauf und Armeinsatz der Ausgangsmessung.

Wieso gerade bei den schlechteren Teilnehmerinnen eine grössere Verbesserung eintraf, kann anhand des Trainings erklären werden. So waren die leistungsstärkeren Teilnehmerinnen schon zum Zeitpunkt der Eingangsmessungen auf einem Fitnesslevel, welches konstante Resultate in allen Sprungkrafttests erlaubte. Erst durch das Training erreichten die leistungsschwächeren Teilnehmerinnen diesen Level. Ein weiterer Punkt ist der Lerneffekt aufgrund der Messung. So waren die leistungsstärkeren Teilnehmerinnen schon zu Beginn der Tests auf einem höheren Sprungtechnikniveau, als dies die leistungsschwächeren Teilnehmerinnen waren. Durch das Training nahm der Technikunterschied zwischen leistungsstark und leistungsschwach ab. Dies resultierte in einer kleineren Streuung und höheren Korrelationswerten zu den anderen Sprungkrafttests.

Bei der Analyse der Resultate (vgl. Tabelle 6 und 7) stellt man fest, dass sich das DJ-Training und das CMJ-Training unterschiedlich auf die Korrelationswerte auswirken. So zeigen die Daten, dass sich das DJ-Training positiv auf den Zusammenhang zwischen den einzelnen Sprungkrafttests und dem DJ auswirkt. Dies lässt sich damit erklären, dass die Spielerinnen der DJ-Gruppe diesen Sprung auch trainierten. So resultieren die besseren Korrelationswerte beim DJ aus dem DJ-Training. Bei der CMJ-Gruppe ist zu erkennen, dass sich das CMJ-Training nur auf die Beziehung zwischen dem Standweitsprung und dem CMJ ohne Armeinsatz positiv ausgewirkt hat. Jedoch sind die Korrelationsabnahmen sehr gering, sodass von keinem negativen Einfluss des CMJ-Trainings die Rede sein kann.

Der praktische Nutzen dieser Erkenntnisse liegt darin, dass alle getesteten Sprungkrafttests eine hohe Validität im Hinblick auf die Sportart Volleyball aufweisen. Es muss jedoch gesagt werden, dass alle Probandinnen der Studie mit Sprüngen und Sprungkrafttraining vertraut waren und so die Resultate nicht auf sprungunerfahrene Probandinnen übertragen werden können. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass man bei der Interpretation der Daten vorsichtig sein muss. Zum Beispiel fällt die Beziehung zwischen den Sprungkrafttests anders aus, wenn die Probandinnen in eine leistungsschwache und in eine leistungsstarke Gruppe aufgeteilt werden. So beeinträchtigt der Armschwung die Korrelationen bei den leistungsschwächeren Probandinnen aufgrund der hohen Technikunterschiede, was bei den leistungsstärkeren Probandinnen nicht der Fall war. Zudem konnte gezeigt werden, dass der Standweitsprung bei einer Aufteilung der Stichprobe in leistungsstark bzw. leistungsschwach bereits nicht mehr korreliert. Des Weiteren zeigt die Studie, dass auch mit den Standardsprungkrafttests zur Überprüfung der Sprungkraft gearbeitet werden kann. Lediglich bei den leistungsschwächeren Teilnehmerinnen müssen die Messungen mit volleyballspezifischen Sprungkrafttests vorgenommen werden, um die Technikunterschiede zu berücksichtigen. Aus diesem Grund kann

die Theorie von Sattler und Kollegen (2012), dass mit volleyballspezifischen Sprungkrafttests zur Überprüfung der Sprungkraft gearbeitet werden soll, nur zur Hälfte bestätigt werden. Als Ergänzung zu dieser Aussage konnte in meiner Studie gezeigt werden, dass zur Überprüfung der Sprungkraft bei den leistungsstärkeren Spielerinnen auf alle Sprungkrafttests welche in dieser Arbeit behandelt wurden, zurückgreifen kann, da keine grossen Technikunterschiede vorherrschen und somit mit den Tests die reine Sprungkraft der Probandinnen gemessen werden kann.

5 Schlussfolgerung

Zusammenfassend zeigt die Studie eine signifikante Korrelation zwischen den getesteten Sprungkrafttests, was auch schon bei früheren Studien bewiesen werden konnte. In dieser Hinsicht bestätigt die Studie den bisherigen Wissensstand. Des Weiteren wiesen alle getesteten Sprungkrafttests im Hinblick auf die Sportart Volleyball eine hohe Validität auf. Somit zeigt die Studie, dass mit den Standardsprungkrafttests zur Überprüfung der Sprungkraft gearbeitet werden kann. Einzig bei leistungsschwächeren Teams, welche sich durch einen grossen Technikunterschied zwischen den Spielerinnen ausweisen, sollten die volleyballspezifischen Sprungkrafttests (CMJ mit Armeinsatz und CMJ mit Armeinsatz und Anlauf) verwendet werden, um die Technik zu berücksichtigen. Der Standweitsprung, welcher die niedrigsten Korrelationswerte der getesteten Sprungkrafttests aufweist, kann gut bei Amateurenteams oder im Schulunterricht zur Bestimmung der Sprungkraft eingesetzt werden, da dieser immer noch hohe und signifikante Korrelationswerte aufweist, nicht viel Material benötigt und einfach in der Durchführung ist. Ein sechswöchiges CMJ- oder DJ-Training hat insofern einen Einfluss auf den Zusammenhang der verschiedenen Sprungkrafttests, dass die Teilnehmerinnen einen Trainingseffekt erfuhren, welcher sich beim ungewohnten DJ positiv auf die Korrelationswerte auswirkte. Durch das Training konnten Technikmängel beim neuen und ungewohnten Sprung beseitigt werden.

Weitere Studien sind jedoch nötig, um die Erkenntnis zu überprüfen, dass bei leistungsstarken Teams mit den Standardsprungkrafttests (CMJ und DJ) und bei den leistungsschwächeren Teams mit den volleyballspezifischen Tests (CMJ mit Armeinsatz und CMJ mit Armeinsatz und Anlauf) gearbeitet werden kann. Auch noch zusätzliche Forschungsarbeit wird benötigt, um die Tatsache zu untersuchen, dass sowohl die leistungsstarken wie auch die leistungsschwachen Probanden in dieser Studie hohe DJ-Korrelationswerte aufzeigen. So kann man erkennen (vgl. Tabelle 5), dass der anspruchsvollere DJ bei den leistungsschwächeren Teilnehmerinnen besser mit den anderen Sprüngen korreliert, als diese es untereinander tun.

Literaturverzeichnis

- Aguado, X., Izquierdo, M. & Montesinos, J.L. (1997). Kinematic and kinetic factors related to the standing long jump performance. *Journal of Human Movement Studies*, 32, 157-169.
- Alireza, A. (2008). *Längsschnittliche und Multivariate Analyse im Spitzenvolleyball*. (Dissertation, Universität Augsburg, Deutschland). Zugriff unter <https://opus.bibliothek.uni-augsburg.de/opus4/frontdoor/index/index/docId/650>
- Baker, D. (1996). Improving Vertical Jump Performance Through General, Special, and Specific Strength Training: A Brief Review. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(2), 131-136.
- Banzer, W., Pfeifer, K. & Vogt, L. (2004). *Funktionsdiagnostik des Bewegungssystems in der Sportmedizin*. Berlin: Springer-Verlag.
- Barnes, J.L., Schilling, B.K., Falvo, M.J., Weiss, L.W., Creasy, A.K., & Fry, A.C. (2007). Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21, 1192–1196.
- Braun, J., Büsch, d., Sommerfeld, W. Kromer, A., Nowak, M & Pfänder, J. (2016). *Testmanual zur Leistungssportsichtung des DHB 2016*. Münster: Philipppka.
- Bobbert, M. F., Huijing, P. A., & Van Ingen Schenau, G. J. (1987a). Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19 (4), 332-338.
- Bundesamt für Sport. (1981). Sportmotorische Tests. Fitness in Schule und Verein. *Sportpraxis Sonderheft 2007*. S.46.
- Cardinale, M. & Lim, J. (2003). Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17, 621–624.
- Castro-Pinero, J., Ortega, F., Artero, E., Girela-Rejon, M., Mora, J., Sjöström, M. & Ruiz, J. (2010). Assessing Muscular Strength in Youth: Usefulness of Standing Long Jump as a General Index of Muscular Fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1810-1817.
- Channell, B. T., & Barfield, J. P. (2008). Effect of Olympic and traditional resistance training on vertical jump improvement in high school boys. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1522-1527.
- Fardy, P.S., Hritz, M.G., & Hellerstein, H.K. (1976). Cardiac responses during women's intercollegiate volleyball and physical fitness changes from a season of competition. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 16, 291–300.
- Fleck, S.J., Case, S., Puhl, J. & Van Handle, P. (1985). Physical and physiological characteristics of elite women volleyball players. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 10, 122-126.

- Fowler, N. E., & Lees, A. (1998). A comparison of the kinetic and kinematic characteristics of plyometric drop-jump and pendulum exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 260-275.
- Frick, U., Schmidbleicher, D. & Wörn, C. (1991). Vergleich biomechanischer Messverfahren zur Bestimmung der Sprunghöhe bei Vertikalsprüngen. *Leistungssport*, 21 (2), 48-53.
- Fry, AC., Kraemer, WJ., Weseman, CA., Conroy, BP., Gordon, SE., Hoffmann, JR. & Maresh, CM. (1991). The effects of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in women's intercollegiate volleyball. *Journal of Applied Science Sport Science Research*, 5, 174-181.
- Gladden, LB. & Colagino, D. (1978). Characteristics of volleyball players and success in a national tournament. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 18, 57-64.
- Gualdi-Russo, E. & Zaccagni, L. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players., *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 256–62.
- Heidt, O., Pearse-Danker, K., Katins, C. & Koç, A. (2013). Ist der Standweitsprung eine Alternative für den Counter-Movement-Jump im Hinblick für den Schulsport?. *Technische Universität Kaiserslautern, Fachbereich Sozialwissenschaften*, 2015.
- Häkkinen, K. (1993). Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33, 223–232.
- Hedrick, A. (2007). Training for high level performance in women's collegiate volleyball: Part I training requirements. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29, 50-53.
- Hegner, J. (2008). *Training fundiert erklärt, Handbuch der Trainingslehre*. (3. Auflage). Bern: INGOLDVerlag/BASPO.
- Hertogh, C., Charmari, K., Damiani, M., Martin, R., Hachana, Y., Blanc, S. & Hue, O. (2005). Effects of adding a preceding run-up on performance, blood lactate concentration and heart rate during maximal intermittent vertical jumping. *Journal of Sports Science*, 23, 937-942.
- Hübner, K., Lüthy, F., Sonderegger, K. & Tschopp, M. (2014). Analyse unterschiedlicher Drop Jumps bei Elite Sportlern: Individuelle Kraftniveaus, „Optimierungsproblem“ zwischen Kontaktzeit und Sprunghöhe sowie Trainingsempfehlungen. *Berner Fachhochschule, Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen EHSM*.
- Lidor, R., & Ziv, G. (2010). Physical and physiological attributes of female volleyballplayers- a review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1963-1973.
- Maarten, F., Bobbert & Richard Casius, L. J. (2005). Ist he Effect of a Countermovement on Jump Height due to Active State Development? *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 440-446.

- Malousaris, G., Bergeles, K. N., Barzouka, G. K., Bayios, A. I., Nassis, P.G., Koskolou, D. M. (2008). Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, 337-344.
- Marey, S., Boleach, L.W., Mayhew, J.L. & McDole, S. (1991). Determination of player potential in volleyball: Coaches' rating versus game performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31, 161-164.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 551-555.
- Marques, M.C., Tillaar, R., Vescovi, J.D., & Gonzalez-Badillo, J.J. (2008). Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: A case study. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22, 1147-1155.
- Marshall, M. & Moran, K. (2013). Which drop jump technique is most effective at enhancing countermovement jump ability, „countermovement“ drop jump or „bounce“ drop jump?. *Journal of Sports Sciences*, 31 (12), 1368-1374.
- Mauch, C. (2016). *Was sind die Effekte eines 4-wöchigen plyometrischen Trainings-Programms auf die vertikale Sprungkraft beim Countermovement-Jump von männlichen U-20-Fussballspielern?* (Masterarbeit, Universität Freiburg, Schweiz). Zugriff unter http://doc.rero.ch/record/277580/files/Masterarbeit_Mauch_Christian.pdf
- Morrow, J.R. Jr., Hosler, W.W., & Nelson, J.K. (1980) A comparison of women intercollegiate basketball players, volleyball players and nonathletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 20, 435-440.
- Papageorgiou, A., & Spitzley, W. (2007). *Handbuch für Volleyball: Grundlagen*. (8. Überarbeitete Auflage). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Papageorgiou, A., & Spitzley, W. (2003). *Handbook for competitive volleyball*. Oxford: Meyer & Meyer Verlag.
- Richter, A. (2011). *Aspekte der Sprungkraft und Sprungkraftdiagnostik unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung im Kindes- und Jugendalter*, (Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie, Deutschland). Zugriff unter <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000023198>
- Sattler, Tine, Hadzic, Vedran, Derivisevic, Edwin, Markovic, Goran. (2015). Vertical Jump Performance of Professional Male and Female Volleyball Players: Effects of Playing Positions and Competition Level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1486-1493.
- Sattler, T., Sekulic, D., Hadzic, V., Uljevic, O. & Derivisevic, E. (2012). Vertical Jumping Tests in Volleyball: Reliability, Validity, and Playing-Position Specifics. *Journal of Strength and Conditioning Association*, 26 (6), 1532-1538.

- Schmidbleicher, D. (1987). Motorische Beanspruchungsform Kraft. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 38 (9), 356-377.
- Sheppard, JM., Gabett, T., Kristie-Lee, T., Dorman, J., Lebedew, AJ. & Borgeaurd, R. (2007). Development of repeated-effort test for elite men's volleyball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 292-304.
- Spence, DW., Disch, JG., Fred, HL. & Colemann, AE. (1980). Descriptive profiles of highly skilled women volleyball players. *Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12, 299-302.
- Tillman, MD., Hass, CJ., Brunt, D. & Bennett, GR. (2004). Jumping and landing techniques in elite women's volleyball. *Journal of Medecine & Science in Sports*, 3, 30-36.
- What is OptoGait [Homepage]. Zugriff unter <http://www.optogait.com/What-is-OptoGait>
- Wirth, K., Sander, A., Keiner, M. & Schmidtbleicher, D. (2011). Leistungsfähigkeit im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus sportlich aktiver und inaktiver Kinder und Jugendlichen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 62 (11), 345-350.
- Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practise of strength training*. Leeds: Human Kinetics.
- Ziv, G. & Lidor, R. (2009). Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies. *Scandinavian Journal of Medecine & Science in Sports*, 20, 556-567.
- Ziv, G. & Lidor, R. (2010). Physical and Physiological Attributes of Female Volleyball Players-a Review. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 24(7), 1963-1973.

Danksagung

Ich möchte allen herzlich danken, welche mich bei dieser Arbeit unterstützt haben:

Den Probanden, welche in den vielen Trainings stets motiviert mitgemacht haben.

Den Trainern, welche uns einen Teil der Trainingszeit zur Verfügung stellten und ebenfalls sehr interessiert mitgemacht haben.

Serge Andrey, welcher einen Teil der Trainings durchgeführt hat.

Meinen Betreuern Prof. Dr. Wolfgang Taube und Jan Ruffieux, welche mir immer mit Rat und Tat zur Seite standen. Ein besonderer Dank gilt Jan Ruffieux, welcher bei den Messungen stets dabei war und sich immer die Zeit für allfällige Fragen genommen hat.

Meiner Freundin, welche mich in dieser Zeit ebenfalls top unterstützt hat.

Meinen Eltern, welche es mir ermöglicht haben dieses Studium zu absolvieren.

Danke