
Vergleich verschiedener Trainingsmethoden zur Schnellkraftentwicklung

Klaus Wirth, Andreas Bob, Steffen Müller &
Dietmar Schmidtbleicher (Projektleiter)

Universität Frankfurt/Main
Institut für Sportwissenschaften

1 Einleitung

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Auswirkung verschiedener Trainingsformen auf die Entwicklung der Schnellkraft der Beinstreckerkette zu untersuchen. Hierbei sollen zum einen verschiedene Krafttrainingsmethoden alleine für sich, in Kombination mit einem spezifischen Sprungtraining und einem reinen Sprungtraining in ihrer Auswirkung verglichen werden. Als Testparameter werden hierbei die Leistungen im schnellen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (Drop-Jump, DJ), langsamen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (Counter-Movement-Jump, CMJ), Squat-Jump (SJ), die isometrische Maximalkraft (MVC), die dynamische Maximalkraft (1RM) und die Explosivkraft (RFD) herangezogen.

2 Methodik

2.1 Aufbau des Trainings

Das Training der neun Gruppen dauerte acht Wochen. Vor Trainingsbeginn wurden eine Gewöhnungseinheit und drei Tage später der eigentliche Eingangstest durchgeführt. Als Eingangswert in die Untersuchung wurde für jeden erhobenen Parameter der Bestwert aus beiden Terminen (T1) herangezogen. Am Ende der Untersuchung wurden drei bzw. vier und zehn bzw. elf Tage nach dem letzten Training sämtliche Tests erneut durchgeführt. Auch hier ging der jeweilige Bestwert beider Ausgangstests (T2) in die abschließende Auswertung ein. An jedem Testtermin wurde das exzentrisch-konzentrische Maximum (1RM) in den Krafttrainingsübungen Kniebeuge (Oberschenkel mindestens parallel zum Boden) oder Beinpresse, die isometrische Maximalkraft (MVC), die Explosivkraft bei isometrischer Arbeitsweise (RFD) und die Leistungen im Squat Jump (SJ), Counter Movement Jump (CMJ) und Drop Jump (DJ) aus unterschiedlichen Fallhöhen erhoben.

Die Trainingsgruppen, die nur ein Krafttraining oder nur Sprünge (5x6 CMJs) durchführten, trainierten zweimal pro Woche. Alle Gruppen, die zusätzlich zum Krafttraining in separaten Einheiten Sprünge (CMJ) trainierten, hatten vier Trainingseinheiten pro Woche

zu absolvieren. Innerhalb einer Krafttrainingseinheit waren jeweils fünf Serien mit fünf Minuten interserieller Pause durchzuführen. Die unterschiedlichen Krafttrainingsmethoden, die innerhalb der Untersuchung zum Einsatz kamen, waren Kniebeugen mit 30 % des 1RM (5x6 Wdh.), Kniebeugen mit 60 % des 1RM (5x6 Wdh.), Kniebeugen mit 80 % des 1RM und progressiver Steigerung des Gewichts über den Untersuchungszeitraum (Woche 1-4: 5x 8-10 Wdh.; Woche 5-6: 5x 6-8 Wdh.; Woche 7-8: / 5x 4-6 Wdh.) und Training an der 45°-Beinpresse (gleiches Design wie die Gruppe mit den Kniebeugen mit 80 % 1RM).

2.2 Statistik

Die erhobenen Daten wurden mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung und dem Levene-Test auf Varianzhomogenität überprüft. Für die Vergleiche der erbrachten Leistungen vor und nach der Untersuchung und die Gruppenvergleiche wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Für den Fall, dass keine Varianzhomogenität gegeben war, erfolgte eine Korrektur der Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser. Zur Analyse der Einzelvergleiche wurde bei signifikantem F-Wert post-hoc der Scheffé-Test herangezogen. Um nach vollzogener Parallelisierung der Gruppen das gleiche durchschnittliche Ausgangsniveau der Gruppen zu überprüfen, wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit post-hoc Scheffé-Test gerechnet. Zur Kontrolle von Gewichtsveränderungen innerhalb des achtwöchigen Untersuchungszeitraums wurde der T-Test für gepaarte Stichproben herangezogen. In Anlehnung an Bös, Hänsel und Schott (2000) wird im Folgenden bei signifikanten Ergebnissen auf dem 5 % α -Niveau von signifikanten, auf dem 1 % α -Niveau von sehr signifikanten und auf dem 0,1 % α -Niveau von hoch signifikanten Veränderungen gesprochen.

3 Ergebnisse

Für die Auswertung der Daten wurden aus den Ergebnissen der Gewöhnungseinheit und dem eigentlichen Eingangstest, wie auch aus den beiden durchgeführten Ausgangstests, jeweils die Bestwerte zur Analyse herangezogen, um sowohl Lerneffekte zu Beginn der Studie, als auch eventuelle ermüdungsbedingte Einflüsse auf die Resultate nach Beendigung des Trainings so gering wie möglich zu halten. Die Gruppen wurden anhand des Parameters CMJ parallelisiert. Mittels einfaktorieller Varianzanalyse wurden die zehn Gruppen auf signifikante Mittelwertunterschiede zu Beginn der Studie untersucht. Für die beiden wichtigsten Parameter SJ und CMJ ergaben sich keine signifikanten ($p < 0,05$) Gruppenunterschiede. Der Test auf Normalverteilung erbrachte nur für den Parameter Leistungsindex Drop Jump aus 48 cm Fallhöhe ein signifikantes Ergebnis. Varianzhomogenität zwischen den Gruppen war für alle getesteten Parameter gegeben.

Tab.1: Mittelwert und Standardabweichung der Untersuchungsgruppen bzgl. Alter, Größe und Gewicht

Gruppe	N	Alter	Größe (cm)	Gewicht (kg)
K	37	24,2±2,6	177,8±7,3	72,9±11,2
S	20	23,0±1,8	178,0±11,2	74,5±12,2
K30	17	24,1±3,0	177,4±8,5	73,7±14,9
K60	23	24,7±2,9	176,5±8,2	75,2±11,7
K80+	19	24,0±2,1	179,3±12,0	77,4±14,9
SK30	20	23,6±2,3	179,1±8,0	75,2±11,5
SK60	22	24,4±3,3	178,1±8,0	77,3±11,3
SK80+	24	23,2±2,6	177,4±7,1	76,0±11,2
BP80+	20	24,4±2,1	175,4±9,0	74,9±10,4
SBP80+	20	23,0±2,8	176,0±8,0	74,6±10,6

Zwischen Beginn und Ende der Studie kam es in keiner der Untersuchungsgruppen zu einer signifikanten Veränderung des Körpergewichts. Von 271 Probanden zu Beginn der Studie gingen 222 Probanden in die Auswertung ein. Die Verschlechterung der Kontrollgruppe in den unterschiedlichen Parametern kann nur über Ermüdung und/oder mangelnde Motivation erklärt werden. Da der statistische Vergleich der Trainingsgruppen mit der Kontrollgruppe zu einer tendenziellen Überschätzung der Trainingserfolge führen würde, wurde im Verlauf der Datenauswertung auf diese Vergleiche verzichtet.

3.1 Entwicklung im Counter Movement Jump (CMJ) und Squat Jump (SP)

Alle Trainingsgruppen bis auf die Gruppen K30, K60 und BP 80+ verzeichneten im SJ sehr signifikante bis hoch signifikante Verbesserungen in der Sprungleistung. Für den Testparameter CMJ konnten nur die Gruppen K30 und BP80+ keine signifikanten Verbesserungen erreichen. Alle anderen Trainingsgruppen erreichten signifikante bis hoch signifikante Verbesserungen.

Tab.2: Mittelwert und Standardabweichung für T1 und T2 sowie prozentuale Veränderung von T1 nach T2 für die Parameter SJ und CMJ für alle Gruppen

Gruppe	Squat Jump (cm)			Counter Movement Jump (cm)		
	T1	T2	%-Diff.	T1	T2	%-Diff.
K	33,2±6,7	33,4±6,7	-0,01	37,1±7,5	35,9±7,5	-3,9***
S	34,2±5,0	37,1±6,2	8,8***	37,1±5,7	40,3±6,4	8,9***
K30	31,8±6,3	32,9±6,7	3,8	35,0±8,0	36,0±7,6	3,3
K60	33,2±7,5	33,7±7,9	1,6	36,1±8,4	37,0±8,5	2,7*
K80+	32,0±4,8	35,9±4,9	12,6***	34,7±5,2	38,7±5,9	11,8***
SK30	34,2±6,5	37,5±7,7	9,6***	38,2±8,1	41,0±9,3	7,4***
SK60	34,7±6,0	37,0±6,9	6,7**	38,0±7,0	41,8±7,8	10,0***
SK80+	34,9±5,5	39,9±5,0	15,5***	38,3±6,2	43,6±5,6	14,7***
BP80+	30,6±5,7	31,5±6,0	3,2	34,4±6,9	34,7±7,1	0,2
SBP80+	34,0±6,7	36,2±6,6	7,1***	37,5±7,8	39,7±7,3	6,5***

3.2 Entwicklung der Drop Jumps (DJ) aus unterschiedlichen Fallhöhen

Für die getesteten DJ aus unterschiedlichen Fallhöhen (24, 32, 40, 48 cm) konnten nur vereinzelt signifikante Veränderungen im Sinne einer Verschlechterung der Sprungleistung festgestellt werden. Betrachtet man die Resultate über alle Gruppen hinweg, so kann kein systematischer Trainingseinfluss auf diesen Testparameter festgestellt werden.

Tab.3: Mittelwert und Standardabweichung für T1 und T2 sowie prozentuale Veränderung von T1 nach T2 für den Leistungsindex bei Drop Jumps aus Fallhöhen von 24 und 32 cm für alle Gruppen

Gruppe	Drop Jump 24 cm (LI)			Drop Jump 32 cm (LI)		
	T1	T2	%-Diff.	T1	T2	%-Diff.
K	185±47	168±43	-8,6***	189±44	175±46	-7,1***
S	183±28	183±37,5	0,03	185±31	187±41	0,5
K30	165±35	159±36	-3,9	172±39	166±42	-4,5
K60	185±42	174±38	-5,1*	197±50	183±40	-6,0*
K80+	162±33	165±35	2,1	167±36	171±36	2,8
SK30	189±33	192±35	1,8	193±39	195±39	0,8
SK60	193±36	188±40	-1,7	194±38	190±40	-2,0
SK80+	188±42	191±37	2,9	195±42	196±42	1,5
BP80+	166±29	151±41	-8,1	172±27	156±36	-8,8*
SBP80+	189±40	193±38	2,9	191±37	191±41,1	0,2

Tab.4: Mittelwert und Standardabweichung für T1 und T2 sowie prozentuale Veränderung von T1 nach T2 für den Leistungsindex bei Drop Jumps aus Fallhöhen von 40 und 48 cm für alle Gruppen

Gruppe	Drop Jump 40 cm (LI)			Drop Jump 48 cm (LI)		
	T1	T2	%-Diff.	T1	T2	%-Diff.
K	189±47	180±52	-4,0	191±56	180±57	-4,4*
S	182±32	187±46	2,9	178±41	182±50	2,0
K30	167±40	168±49	-1,5	165±48	160±45	-2,7
K60	200±51	185±43	-6,1*	203±51	183±41	-8,9**
K80+	162±30	169±38	4,2	162±37	175±38	7,0
SK30	192±41	196±40	2,9	188±36	191±45	1,2
SK60	194±40	189±41	-2,0	190±45	187±49	-1,4
SK80+	194±44	194±57	-1,0	192±51	191±46	2,7
BP80+	168±34	153±36	-7,2	160±28	150±40	-6,5
SBP80+	186±41	194±44	4,7	189±34	190±42	-0,5

3.3 Entwicklung der isometrischen Maximalkraft (MVC)

Auch die Resultate der isometrischen Maximalkraftmessung des linken und rechten Beins weisen keinerlei Systematik auf. Nur die Gruppen K60 und SK60 konnten signifikante Verbesserungen beider Beine verzeichnen. Die Trainingsgruppen K80+ (linkes Bein) und SK30 (rechtes Bein) konnten sich nur mit jeweils einem Bein signifikant verbessern.

Tab. 5: Mittelwert und Standardabweichung für T1 und T2 sowie prozentuale Veränderung von T1 nach T2 für den Parameter isometrische Maximalkraft (linkes und rechtes Bein) für alle Gruppen

Gruppe	MVC-L (N)			MVC-R (N)		
	T1	T2	%-Diff.	T1	T2	%-Diff.
K	2127±565	1979±472	-5,7***	2147±510	2031±484	-4,9**
S	2203±420	2255±478	2,3	2336±444	2375±507	2,1
K30	2062±532	2018±519	-1,5	2125±511	2206±596	3,5
K60	2256±529	2353±514	5,0*	2281±472	2402±480	6,1*
K80+	2179±401	2363±585	7,8*	2272±486	2394±614	5,0
SK30	2163±652	2204±663	2,3	2171±468	2269±455	5,0*
SK60	2351±672	2493±720	6,2**	2308±631	2523±594	12,0*
SK80+	2311±531	2410±455	5,7	2340±452	2418±480	3,9
BP80+	2138±535	2149±512	0,5	2111±437	2205±539	4,9
SBP80+	2244±465	2344±425	5,6	2348±499	2431±490	4,2

3.4 Entwicklung der Explosivkraft (RFD)

Auch bezogen auf die Explosivkraft kam es in den meisten Fällen nur zu tendenziellen Veränderungen. Im Gegensatz zum MVC handelt es sich hierbei jedoch um eine tendenzielle Verschlechterung, die im Gegensatz zu allen anderen Leistungsparametern steht, die eine eher positive Entwicklung belegen. Somit sind diese Resultate nicht durch eine evtl. noch vorhandene Ermüdung während der Ausgangstests zu erklären.

Tab.6: Mittelwert und Standardabweichung für T1 und T2 sowie prozentuale Veränderung von T1 nach T2 für den Parameter Explosivkraft (linkes und rechtes Bein) für alle Gruppen

Gruppe	RFD-L (N/ms)			RFD-R (N/ms)		
	T1	T2	%-Diff.	T1	T2	%-Diff.
K	11,2±3,0	10,2±2,9	-7,9**	11,5±2,5	10,7±2,7	-6,2**
S	11,7±2,5	11,3±2,4	-2,5	12,8±3,0	11,9±2,2	-5,1*
K30	10,3±2,8	9,5±2,6	-7,6**	10,8±2,7	10,3±3,0	-4,9
K60	11,6±2,9	11,1±2,5	-3,5	12,0±2,9	11,2±2,8	-6,5*
K80+	12,4±3,0	12,6±3,6	4,0	13,0±2,8	12,0±2,1	-7,1*
SK30	12,1±2,4	12,0±2,3	0,04	12,7±2,7	12,8±2,4	1,5
SK60	12,4±3,1	12,7±3,3	3,1	12,8±2,7	12,9±2,7	2,1
SK80+	12,7±2,3	12,2±2,7	-3,9	13,5±2,3	12,7±2,8	-4,8*
BP80+	10,5±1,8	10,0±1,5	-2,7	11,0±2,4	10,5±1,9	-1,8
SBP80+	11,9±2,5	12,2±2,9	3,1	12,1±2,8	11,8±3,1	-2,7

3.5 Entwicklung der dynamischen Maximalkraft (1RM)

Die Ergebnisse der Tests der dynamischen Maximalkraft sind mit Zurückhaltung zu interpretieren, da hier koordinative Lerneffekte während des Untersuchungszeitraums sehr starken Einfluss auf die ermittelten Kraftsteigerungen gehabt haben dürften. Zudem wurde sowohl zu Beginn als auch am Ende der Untersuchung das Potential der Probanden bei dieser Übung aus Gründen der Sicherheit nicht voll ausgereizt, da es bei dieser sehr komplexen Krafttrainingsübung bei falscher Ausführung leicht zu Verletzungen kommen kann. Zudem wurde dieser Test aus verletzungsprophylaktischer Sicht bei der Kontrollgruppe und der Trainingsgruppe, die nur Sprünge trainierte, nicht durchgeführt.

Die Steigerung der Maximalkraft und die Verbesserungen bzgl. der Übungsausführung sorgten in allen Trainingsgruppen sowohl bei der Übung Kniebeuge wie auch bei der Übung Beinpresse für hoch signifikante ($p < 0,001$) Zuwachsraten von bis zu 30 % innerhalb des Untersuchungszeitraums.

Tab.7: Mittelwert und Standardabweichung für T1 und T2 sowie prozentuale Veränderung von T1 nach T2 für den Parameter dynamische Maximalkraft in den Übungen Kniebeuge und Beinpresse für alle Gruppen

Gruppe	1RM (Kniebeuge / kg)			1RM (Beinpresse / kg)		
	T1	T2	%-Diff.	T1	T2	%-Diff.
K30	68,9±28,3	77,8±27,9	16,5***	-	-	-
K60	79,3±31,0	90,4±27,7	22,6***	-	-	-
K80+	88,2±24,1	110,0±26,8	26,4***	-	-	-
SK30	83,3±24,2	94,0±22,4	15,9***	-	-	-
SK60	100,7±31,8	110,5±31,4	11,1***	-	-	-
SK80+	104,6±31,0	124,6±30,3	21,8***	-	-	-
BP80+	-	-	-	230,0±62,1	292,0±74,2	28,8***
SBP80+	-	-	-	230,5±53,8	301,5±63,4	32,2***

3.6 Gruppenvergleiche für die Leistungsentwicklung im SJ und CMJ

Die Analyse der Interaktion zwischen den Gruppen zeigt eine Reihe von signifikanten Unterschieden in der Entwicklung der Leistungen im SJ und CMJ innerhalb des Untersuchungszeitraums. Die ermittelten Unterschiede bewegen sich zu einem großen Teil auf sehr bzw. hoch signifikantem Niveau. Tendenzen zeichnen sich hierbei in mehrere Richtungen ab. Wie nicht anders zu erwarten, erweist es sich als vorteilhaft, Sprünge in das Training zu integrieren. Zudem scheint die dem Sprung bzgl. der Belastungsverteilung auf die einzelnen Muskeln der Streckerkette näher kommende Übung Kniebeuge gegenüber der Übung Beinpresse im Vorteil zu sein. Des Weiteren zeichnet sich eine Tendenz zur Überlegenheit einer Übungsausführung mit hohen Lasten und eher geringer Bewegungsgeschwindigkeit, besonders wenn dies in Kombination mit Sprüngen passiert, gegenüber einer Übungsausführung mit geringen Lasten und höherer Bewegungsgeschwindigkeit ab.

Tab.8: Vergleich der Leistungsentwicklung im Squat Jump zwischen den Trainingsgruppen

Squat Jump									
Gruppe	S	K30	K60	K80+	SK30	SK60	SK80+	BP80+	SBP80+
S	-	n. s.	**	n. s.	n. s.	n. s.	*	*	n. s.
K30	-	-	n. s.	**	*	n. s.	***	n. s.	n. s.
K60	-	-	-	***	**	*	***	n. s.	*
K80+	-	-	-	-	n. s.	n. s.	n. s.	***	*
SK30	-	-	-	-	-	n. s.	*	**	n. s.
SK60	-	-	-	-	-	-	**	n. s.	n. s.
SK80+	-	-	-	-	-	-	-	***	**
BP80+	-	-	-	-	-	-	-	-	n. s.

Tab.9: Vergleich der Leistungsentwicklung im Counter Movement Jump zwischen den Trainingsgruppen

Counter Movement Jump									
Gruppe	S	K30	K60	K80+	SK30	SK60	SK80+	BP80+	SBP80+
S	-	*	**	n. s.	n. s.	n. s.	*	**	n. s.
K30	-	-	n. s.	***	*	**	***	n. s.	n. s.
K60	-	-	-	***	*	***	***	n. s.	n. s.
K80+	-	-	-	-	n. s.	n. s.	n. s.	***	*
SK30	-	-	-	-	-	n. s.	**	**	n. s.
SK60	-	-	-	-	-	-	n. s.	***	n. s.
SK80+	-	-	-	-	-	-	-	***	***
BP80+	-	-	-	-	-	-	-	-	*

4 Diskussion

Die Ergebnisse dieses Projekts liefern Hinweise für mehrere Gesichtspunkte des Trainings der Schnellkraft. Nicht überraschend ist die Erkenntnis, dass es äußerst wichtig ist, die Zielübung, hier insbesondere den CMJ, in das Training zu integrieren. Der Grund hierfür ist in einer Schulung der intermuskulären Koordination zu sehen, demnach einem Techniktraining, das den Transfer der erworbenen Kraftfähigkeiten in die Zielbewegung erleichtern soll. So konnte auch in anderen Studien gezeigt werden, dass vor allem die Kombination von Sprüngen und Krafttraining in ihrer Wirkung auf die maximale Sprungleistung einem Training, welches nur aus Sprüngen oder nur aus einem Krafttraining besteht, überlegen war (Adams et al., 1992; Baker, 1996; Fatouros et al., 2000). Da auf Grund der Dauer der Studie die ermittelten Kraftzuwachsrate in erster Linie neuronal begründet sein dürften, ohne morphologische Adaptationen ausschließen zu wollen, ist basierend auf den Ergebnissen davon auszugehen, dass im Einklang mit dem aktuellen Forschungsstand diese gesteigerte Aktivierungsfähigkeit besonders gut mit hohen Lasten trainierbar ist. Wie die Ergebnisse zudem verdeutlichen, hilft auch eine Steigerung des Maximalkraftniveaus alleine, um zu besseren Sprungleistungen zu gelangen. Ob das Training von Sprüngen alleine oder ein Anheben der Maximalkraft ohne das gleichzeitige Üben der Zielbewegung zu einer Steigerung der Sprungleistung führt, darf als stark abhängig vom Leistungsniveau angesehen werden. Dies bedeutet, dass bei diesem Probandengut zu erwarten ist, dass auch geringe Reize ausreichen, um Adaptationen zu provozieren (vgl. Hasegawa et al., 2002; Kraemer & Newton, 1994).

Für die hier gefundenen Ergebnisse lässt sich in der Literatur eine Vielzahl von Belegen finden, die den positiven Einfluss eines die Maximalkraft steigernden Trainings auf verschiedene Schnellkraftleistungen belegen. So konnten verschiedene Arbeitsgruppen bei

Probanden unterschiedlichen Leistungsniveaus – die Spanne reichte von Untrainierten bis zu Leistungssportlern – eine Steigerung der vertikalen Sprungleistung durch ein Anheben des Maximalkraftniveaus bzw. durch ein Krafttraining erzielen (Adams et al., 1992; Anderst, Eksten & Koceja, 1994; Butcher et al., 2001; Fagan & Doyle-Baker, 2000; Fatouros et al., 2000; Fry et al., 1991; Hoff & Berdahl, 2000; Shimp-Bowerman et al., 2000; Trzaskoma & Trzaskoma, 2000; Venable et al., 1991).

Die in diesem Projekt ermittelten Ergebnisse dürfen als Beleg dafür gesehen werden, dass ein Anheben des Maximalkraftniveaus durch ein Krafttraining mit hohen Intensitäten (Lasten) ein grundlegender Bestandteil des Schnellkrafttrainings sein muss.

5 Literatur

- Adams, K., O'Shea, J. P., O'Shea, K. L. & Climstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of Applied Sport Science Research*, 6, 36-41.
- Anderst, W. J., Eksten, F. & Koceja, D. M. (1994). Effects of plyometric and explosive resistance training on lower body power. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 26 (suppl.), 31.
- Baker, D. (1996). Improving vertical jump performance through general, special, and specific strength training: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10 (2), 131-136.
- Bös, K., Hänsel, F. & Schott, N. (2000). *Empirische Untersuchungen in der Sportwissenschaft – Planung, Auswertung, Statistik*. Hamburg: Czwalina.
- Butcher, S. J., Craven, B. R., Sprigings, E. J. C., Chilibeck, P. D. & Spink, K. S. (2001). Influence of trunk stability and leg strength training on vertical take-off velocity in athletes. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 33 (5, suppl.), 158.
- Fagan, C. D., & Doyle-Baker, P. K. (2000). The effects of maximum strength and power training combined with plyometrics on athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (5, suppl.), 152.
- Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N. & Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (4), 470-476.
- Fry, A. C., Kraemer, W. J., Weseman, C. A. & Conroy, B. P. (1991). The effects of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in women's intercollegiate volleyball. *Journal of Applied Sport Science Research* 5 (4), 174-181.
- Hasegawa, H., Dziados, J., Newton, R. U., Fry, A. C., Kraemer, W. J. & Häkkinen, K. (2002). Periodized training programmes for athletes. In W. Kraemer & K. Häkkinen (Hrsg.), *Strength Training for Sport* (S. 69-134). Oxford: Blackwell Science.

- Hoff, J. & Berdahl, G. O. (2000). Load dependent strength training effects on power production and performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32 (5, suppl.), 152.
- Kraemer, W. J. & Newton, R. U. (1994). Training for improved vertical jump. *Sports Science Exchange / Gatorade Sports Science Institute*, 7 (6).
- Shimp-Bowerman, J. A., Adams, K. J., Durham, M. P., Berning, J. M., Kipp, R. L. & Barnard, K. L. (2000). Four weeks of high intensity strength training increases 1RM squat and vertical jump in trained women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (5 suppl.), 150.
- Trzaskoma, Z. & Trzaskoma, L. (2000). The effect of plyometric and weight training on leg strength and vertical jump performance. In C. P. Lee (Hrsg.), *2nd International Conference on Weightlifting and Strength Training* (S. 101). Malaysia.
- Venable, M. P., Collins, M. A., O'Bryant, H. S., Denegar, C. R., Sedivec, M. J. & Alon, G. (1991). Effect of supplemental electrical stimulation on the development of strength, vertical jump performance and power. *Journal Applied Sport Science Research*, 5, 139-143.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J. & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 1279-1286.

6 Abkürzungsverzeichnis

Tab. 10: Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
*	signifikanter Unterschied ($p \leq 0.05$)
**	signifikanter Unterschied ($p \leq 0.01$)
***	signifikanter Unterschied ($p \leq 0.001$)
%-Diff.	Prozentuale Differenz
1RM	dynamische Maximalkraft
BP-80 %+	Beinpresse mit 80 % des 1RM inkl. progressiver Steigerung
BP80+	Beinpresse mit 80 % des 1RM mit progressiver Steigerung des Gewichts
CMJ	Counter Movement Jump
DJ	Drop Jump
K-30 %	Kniebeugen mit 30 % des 1RM
K-60 %	Kniebeugen mit 60 % des 1RM
K-80 %+	Kniebeugen mit 80 % des 1RM inkl. progressiver Steigerung
K30	Explosive Kniebeugen mit 30 % des 1RM
K60	Explosive Kniebeugen mit 60 % des 1RM
K80+	Kniebeugen mit 80 % des 1RM mit progress. Steigerung des Gewichts
LI	Leistungsindex (Sprunghöhe [mm] / Kontaktzeit [ms] *100)
Ms	Millisekunde
MVC-L	isometrische Maximalkraft – linkes Bein
MVC-R	Isometrische Maximalkraft – rechtes Bein
N	Newton
n. s.	nicht signifikant
RFD-L	Explosivkraft – linkes Bein
RFD-R	Explosivkraft – rechtes Bein
S	Trainingsgruppe – nur Sprünge
SBP80+	Beinpresse mit 80 % des 1RM mit progressiver Steigerung des Gewichts + Sprünge
sig.	signifikant
SK30	Explosive Kniebeugen mit 30% des 1RM + Sprünge
SK60	Explosive Kniebeugen mit 30% des 1RM + Sprünge
SK80+	Kniebeugen mit 80% des 1RM mit progressiver Steigerung des Gewichts + Sprünge
SJ	Squat Jump
T1	Testtermin 1
T2	Testtermin 2
Wdh.	Wiederholungen

