

## Vergleich verschiedener Trainingsmethoden zur Schnellkraftentwicklung (Teil 1)

Klaus Wirth & Dietmar Schmidtbleicher (Projektleiter)

Universität Frankfurt/Main  
Institut für Sportwissenschaften

### 1 Problem

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, die dynamische Maximalkraft und die Explosivkraft herangezogen. Dieser Kurzbericht stellt eine Übersicht über die bisherigen Ergebnisse des Projekts dar (Auswertung der ersten drei von insgesamt neun Trainingsgruppen).

### 2 Methodik

Das Training in den ersten drei Trainingsgruppen (sechs weitere werden folgen) bestand entweder nur aus Sprüngen (Gruppe S), nur aus Kniebeugen (Gruppe K) oder aus Sprüngen in Kombination mit Kniebeugen (Gruppe S+K). Jede der Gruppen startete mit 27 Probanden, von denen aus unterschiedlichen Gründen in Gruppe S 20, in Gruppe K 19 und in Gruppe S+K 24 die Untersuchung bis zum Ende durchführten. Die beiden Gruppen, die zweimal pro Woche trainierten (S und K), taten dies jeweils entweder montags und donnerstags oder dienstags und freitags. Die Gruppe S+K absolvierte montags und donnerstags die Sprungeinheiten und dienstags und freitags die Kniebeugeneinheit. Die Sprungeinheit bestand aus fünf mal sechs Counter-Movement-Jumps mit jeweils fünf Minuten interserieller Pause. Die Trainingseinheit, in der die Kniebeugen durchgeführt werden mussten, bestand aus fünf Serien mit einer fünfminütigen interseriellen Pause. Über die acht Wochen Training hinweg wurden die Intensität kontinuierlich gesteigert und die Wiederholungszahlen pro Serie reduziert (Wochen 1-3: 10 Wiederholungen; Wochen 4-6: 6 Wiederholungen; Wochen 7-8: 4 Wiederholungen).

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

Gruppe	N	Alter	Größe (cm)	Gewicht (kg)
S	20	23,0 ± 1,8	178,0 ± 11,2	74,5 ± 12,2
K	19	24,0 ± 2,1	179,3 ± 12,0	77,4 ± 14,9
S + K	24	23,2 ± 2,6	177,4 ± 7,1	76,0 ± 11,2

Um nach vollzogener Parallelisierung der Gruppen (Parameter: CMJ) das gleiche durchschnittliche Ausgangsniveau der Gruppen zu überprüfen, wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit post-hoc Scheffé-Test gerechnet. Die bisher erhobenen Daten wurden mit dem Shapiro-Wilks-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. Das Signifikanzniveau wurde für alle statistischen Verfahren auf 5 % festgelegt.

### 3 Ergebnisse der ersten drei Trainingsgruppen

Tab. 2: Verwendete Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung	Abkürzung	Bedeutung
*	signifikanter Unterschied (p ± 0.05)	MVC	isometrische Maximalkraft
%-Diff.	Prozentuale Differenz	N	Newton
1RM	Dynamische Maximalkraft	RFD	Testtermin 3
cm	Zentimeter	S	Trainingsgruppe – nur Sprünge
CMJ	Counter Movement Jump	S + K	Trainingsgruppe – Sprünge + Kniebeuge
DJ	Drop Jump	SJ	Squat Jump
K	Trainingsgruppe – nur Kniebeuge	T1	Testtermin 1
kg	Kilogramm	T2	Testtermin 2
ms	Millisekunde		

#### 3.1 Entwicklung im Counter-Movement-Jump (CMJ)

Die schließende Statistik führte zu dem Ergebnis, dass es in allen drei Gruppen zu einem signifikanten Anstieg der Sprunghöhe im Counter-Movement-Jump kam. Innerhalb der

Trainingsgruppen kam es zu einer signifikant unterschiedlichen Leistungsentwicklung zwischen den Gruppen S und S+K. Alle weiteren Gruppenvergleiche erbrachten kein signifikantes Ergebnis.

Tab. 3: *Entwicklung der Leistung im Counter Movement Jump*

Gruppe	T1 (cm)	T2 (cm)	%-Diff
S	37,1 ± 5,7	40,3 ± 6,4	8,9*
K	34,7 ± 5,2	38,7 ± 5,9	11,8*
S + K	38,3 ± 6,2	43,6 ± 5,6	14,7*

### 3.2 Entwicklung des Squat-Jump (SJ)

Die schließende Statistik führte zu dem Ergebnis, dass es in allen drei Gruppen zu einem signifikanten Anstieg der Sprunghöhe im Squat-Jump kam. Innerhalb der Trainingsgruppen kam es zu einer signifikant unterschiedlichen Leistungsentwicklung zwischen den Gruppen S und S+K. Alle weiteren Gruppenvergleiche erbrachten kein signifikantes Ergebnis.

Tab. 4: *Entwicklung der Leistung im Squat-Jump*

Gruppe	T1 (cm)	T2 (cm)	%-Diff
S	34,2 ± 5,0	37,1 ± 6,2	8,8*
K	32,0 ± 4,8	35,9 ± 4,9	12,6*
S + K	34,9 ± 5,5	39,9 ± 5,0	15,5*

### 3.3 Entwicklung der Drop-Jumps (DJ) aus unterschiedlichen Fallhöhen

Die Varianzanalyse erbrachte weder für den Faktor Messtermin, noch für den Faktor Gruppe einen signifikanten F-Wert. Demzufolge konnten keinerlei Veränderung bzgl. des schnell-reaktiven Sprungkraftverhaltens ermittelt werden.

### 3.4 Entwicklung der isometrische Maximalkraft (MVC)

Bei den Messungen der isometrischen Maximalkraft für das linke bzw. rechte Bein erbrachte die Varianzanalyse nur für das linke Bein einen signifikanten F-Wert für den Faktor Messtermin. Der nachfolgende post hoc Scheffé-Test führte zu dem Ergebnis, dass die Gruppe „K“ eine signifikante Zunahme der isometrischen Maximalkraft des linken Beins verzeichnen konnte. Innerhalb der Trainingsgruppen konnten weder für das linke, noch für das rechte Bein signifikante Gruppenunterschiede ermittelt werden.

Tab. 5: Entwicklung der isometrischen Maximalkraft (N)

Gruppe	T1 (N)	T2 (N)	%-Diff.	Bein
S	2203,6 ± 420,0	2255,4 ± 477,9	2,3	} links
K	2179,7 ± 401,3	2363,4 ± 585,4	7,8*	
S + K	2313,9 ± 520,4	2410,8 ± 455,1	5,7	
S	2336,4 ± 444,3	2375,0 ± 507,4	2,1	} rechts
K	2272,6 ± 486,4	2394,8 ± 614,0	5,0	
S + K	2340,0 ± 442,9	2418,3 ± 479,8	3,9	

### 3.5 Entwicklung der Explosivkraft (RFD)

Bei den Messungen der isometrischen Maximalkraft für das linke bzw. rechte Bein erbrachte die Varianzanalyse nur für das rechte Bein einen signifikanten F-Wert für den Faktor Messtermin. Der nachfolgende post hoc Scheffé-Test führte zu dem Ergebnis, dass die Gruppe S eine signifikante Zunahme der isometrischen Maximalkraft des linken Beins verzeichnen konnte. Innerhalb der Trainingsgruppen konnten weder für das linke, noch für das rechte Bein signifikante Gruppenunterschiede ermittelt werden.

Tab. 6: Entwicklung der Explosivkraft

Gruppe	T1 (N/ms)	T2 (N/ms)	%-Diff.	Bein
S	11,7 ± 2,5	11,3 ± 2,4	-2,5	} links
K	12,4 ± 3,0	12,6 ± 3,6	4,0	
S + K	12,8 ± 2,3	12,2 ± 2,7	-3,9	
S	12,8 ± 3,0	11,9 ± 2,2	-5,1*	} rechts
K	13,1 ± 2,8	11,9 ± 2,1	-7,1	
S + K	13,5 ± 2,3	12,8 ± 2,4	-4,8	

### 3.6 Entwicklung der dynamischen Maximalkraft (1RM)

Die schließende Statistik führte zu dem Ergebnis, dass es in beiden Gruppen zu einem signifikanten Anstieg des 1RM kam. Zwischen den beiden Trainingsgruppen kam es zu keiner signifikant unterschiedlichen Leistungsentwicklung, woraus zu schließen ist, dass das höhere Trainingsvolumen der Gruppe, die sowohl Sprünge als auch Kniebeugen durchführte keinen negativen Einfluss auf die Steigerung der dynamischen Maximalkraft hatte.

Tab. 7: Entwicklung der dynamischen Maximalkraft

Gruppe	T1 (kg)	T2 (kg)	%-Diff.
K	88,2 ± 24,1	110,00 ± 26,8	26,4*
S + K	104,6 ± 31,0	124,6 ± 30,3	21,8*

Die Ergebnisse der Tests der dynamischen Maximalkraft mittels der Übung freie Kniebeuge 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. Damit liefern diese Ergebnisse nur einen tendenziellen Einblick in die Entwicklung der Kraftfähigkeiten der Beinstreckerkette innerhalb des Untersuchungszeitraums. Zudem wurde dieser Test auch aus verletzungsprophylaktischer Sicht nur in den beiden Gruppen durchgeführt, die diese Übung als Trainingsinhalt hatten (Gruppe K und Gruppe S+K).

#### **4 Diskussion**

Die Ergebnisse der ersten drei Trainingsgruppen zeigen zunächst, dass die Kräftigung der Beinstreckerkette durch die Übung Kniebeugen in Kombination mit Sprüngen zu einer signifikant größeren Leistungssteigerung in den Sprungformen SJ und CMJ führte, als Sprünge alleine. 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). Dies darf als Beleg dafür gesehen werden, dass ein Anheben des Maximalkraftniveaus durch ein Krafttraining mit hohen Intensitäten einen wichtigen Bestandteil des Schnellkrafttrainings darstellt. Tendenziell erbrachte sogar die Kräftigung der Beinstreckerkette ohne zusätzliche Sprünge bzgl. dieser beiden Parameter eine größere Verbesserung als die alleinige Durchführung von Sprüngen. Auch hierfür 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; Berger, 1963; Butcher et al., 2001, 158; Capen, 1950; Clutch et al., 1983; Costello, 1984; Fagan & Doyle-Baker, 2000; Fatouros et al., 2000; Ford et al., 1983; Fry et al., 1991; Häkkinen & Komi, 1985; Hoff & Berdahl, 2000; Holtz, Divine & McFarland, 1988; O’Shea & O’Shea, 1989; Polhemus & Burkhardt, 1980; Polhemus et al., 1980; Shimp-Bowerman et al., 2000; Silvester et al., 1982; Stowers, McMillan & Scala, 1983; Trzaskoma & Trzaskoma, 2000; Venable et al., 1991). Alle Ergebnisse müssen jedoch unter Berücksichtigung des moderaten Trainingsniveaus der Probanden ge-

sehen 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). Im zweiten Teil der Studie werden weitere klassische Trainingsmethoden zur Anwendung kommen (Training mit 30 % bzw. 60 % der Maximalkraft), um Empfehlungen, wie sie auf eine Studie von Wilson und Mitarbeitern (1993) zurückgehen, die ein Training mit geringeren Lasten und schneller Bewegungsausführung bevorzugen, den bisher erhobenen Daten gegenüberzustellen. Abschließend wird dann zu diskutieren sein, wie diese Ergebnisse auch auf hochtrainierte Sportler übertragen werden können.

## 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), S.131-136.
- Berger, R. A. (1963). Effects of dynamic and static training on vertical jumping ability, *The Research Quarterly*, 34 (4), 419-424.
- Butcher, S., 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.
- Capen, E. K. (1950). The effect of systematic weight training on power, strength, and endurance. *The Research Quarterly*, 21, 83-93.
- Clutch, D., Wilton, M., McGowan, C. & Bryce, G. R. (1983). The effects of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54, 5-10.
- Costello, F. (1984). Using weight training and plyometrics to increase explosive power for football. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 6, 22-25.
- 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.

- Ford, H. T., Puckett, J. R., Drummond, J. P., Sawyer, K., Gantt, K. & Fussell, C. (1983). Effects of three combinations of plyometric and weight training programs on selected physical fitness test items. *Perceptual and Motor Skills*, 56, 919-922.
- 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.
- Häkkinen, K. & Komi, P.V. (1985). Changes in electrical and mechanical behavior of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 7, 55-64.
- Hasegawa, H., Dziados, J., Newton, R. U., Fry, A. C., Kraemer, W. J. & K. Häkkinen, K. (2002). Periodized training programmes for athletes. In W. J. Kraemer & K. Häkkinen (Hrsg.), *Strength Training for Sport* (pp. 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.
- Holtz, J., Divine, J. & McFarland, C. (1988). Vertical Jump improvement following pre-season plyometric training. *Journal of Applied Sport Science Research*, 2 (3), 59.
- Kraemer, W. J. & Newton, R. U. (1994). Training for improved vertical jump. *Sports Science Exchange / Gatorade Sports Science Institute*, 7 (6).
- O'Shea, K. L. & O'Shea, J. P. (1989). Functional isometric weight training: it's effects on dynamic and static strength. *Journal of Applied Sport Science Research*, 3 (2), 30-33
- Polhemus, R. & Burkhardt, E. (1980). The effects of plyometric training drills on the physical strength gains of collegiate football players. *National Strength Coaches Association Journal*, 2 (5), 14-17.
- Polhemus, R., Burkhardt, E., Osina, M. & Patterson, M. (1980). The effects of plyometric training with ankle and vest weights on conventional weight training programs for men and women. *National Strength Coaches Association Journal*, 2 (1), 13-17.
- 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.
- Silvester, L. J., Stiggins, C., McGown, C., Bryce, G. R. (1982). The effect of variable resistance and free-weight training programs on strength and vertical jump. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 5 (3), 30-33.
- Stowers, T., McMillan, J. & Scala, D. (1983). The short-term effects of three different strength-power training methods. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 5 (3), 24-27.

- 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.