

---

## **Einsatz- vs. Mehrsatztraining**

– Auswirkung unterschiedlicher Trainingsvolumina  
beim Krafttraining auf morphologische und neuronale  
Adaptationsprozesse

Wilfried Alt (Projektleiter), Dieter Bubeck, Christian Krause, Boris Dallinger &  
Frieder Mauch

Universität Stuttgart

### **Problemstellung**

Das Muskelaufbautraining spielt in zahlreichen Sportarten als wesentlicher Teil der Periodisierung eine entscheidende Rolle (Fleck, 2002). Hierbei gilt es via spezifischer Reizsetzungen molekulare Reaktionen als Antwort auf den Trainingsreiz auszulösen, um auf diese Weise Struktur Anpassungen zu bewirken. (Toigo et al., 2006). Die Art und das Ausmaß des Anpassungseffektes im Hypertrophietraining wird dabei in entscheidendem Maße von der Konfiguration des Trainingsprogramms determiniert (Zimmermann, 2000). Bei der Zusammenstellung des Trainingsprogramms müssen eine Vielzahl von Trainingsvariablen berücksichtigt werden (Bird, 2005). Obwohl viele dieser Variablen bereits identifiziert sind, gibt es immer noch viele Unsicherheiten bezüglich der Bedeutung und Spezifikation der jeweiligen Variablen für die Entwicklung von Kraft und Muskelfaserhypertrophie. Zudem sind die idealen Trainingsmethoden und -variablen zur Auslösung dieser Adaptationseffekte immer noch unklar (Brandenburg & Docherty, 2006).

Seit der Veröffentlichung der ersten bekannten Studie von Berger (1962) über die Variation der Satzzahlen mit dem Ziel des optimalen Kraftgewinns und Muskelmasenaufbaus (Hypertrophie), versuchten zahlreiche Studien in den 80er und 90er Jahren dem Problem der optimalen Satzzahl im Krafttraining auf den Grund zu gehen. Dennoch bleibt bis heute ungeklärt, ob nun ein Mehrsatz- oder Einsatztraining die jeweils effektivere Methode ist. Zwar kamen die meisten Studien zu dem Ergebnis, dass sowohl das Einsatztraining als auch das Mehrsatztraining zu signifikanten Verbesserungen führen können, aber es gelang nicht, die Unterschiede der verschiedenen Trainingsmethoden zu verifizieren. Daher ist bisher eine pauschalisierte Aussage bezüglich der Effektivität unterschiedlicher Trainingsumfänge nicht möglich.

Sowohl in nationalen als auch in internationalen Fachzeitschriften hat in der Vergangenheit die kontroverse Diskussion um die optimale Satzzahl im Krafttraining für Aufsehen gesorgt.

Zahlreiche Studien und Meta-Analysen beschäftigten sich mit diesem umstrittenen Problem (Carpinelli, 2000; Carpinelli & Otto, 1998; Fröhlich, 2006; Galvao & Taaffe, 2004; Rhea et al., 2002, 2003; Wolfe et al., 2004). Folglich ist die optimale Satzzahl bzw. das optimale Trainingsvolumen zur Auslösung eines bestmöglichen Hypertro-

phieeffektes immer noch ungeklärt. Grund hierfür sind folgende Schwachpunkte der Studien:

- Uneinheitliche Terminologie beim Begriffsverständnis Einsatz- und Mehrsatztraining
- Unsystematische Auswahl der Probanden (v. a. hinsichtlich des Trainingszustandes)
- Teilweise zu kleine Probandengruppen
- Sehr indifferente Untersuchungszeiträume
- Mangelnde Validität des Nachweises der Hypertrophieerscheinungen.

Das Ziel dieser Studie war es daher bei krafttrainingserfahrenen Athleten zu analysieren, welche Auswirkungen unterschiedliche Trainingsvolumina auf die morphologischen und neuronalen Adaptationsprozesse beim Krafttraining haben.

## Methoden

35 männliche Athleten mit einer intensiven Krafttrainingserfahrung von 1 - 2 Jahren nahmen an der Studie teil. Sie wurden auf 3 unterschiedliche Gruppen verteilt: 2 Trainingsgruppen (à 14 bzw. 15 Personen), 1 Kontrollgruppe (6 Personen).

Nach einem Crossing-over Studiendesign trainierten die beiden Trainingsgruppen jeweils 8 Wochen nach einem Trainingsregime mit 3 Belastungssätzen (High Volume Training - HVT) oder mit nur 1 Belastungssatz (Low Volume Training - LVT). Nach 8 Wochen wurde die Anzahl der Serien gewechselt. Als Trainingsmaßnahme wurde ein Ganzkörpertraining mit mindestens 12 Übungen vorgegeben, das mit Ausnahme der Übung Bankdrücken nur eingelenkige Übungsformen beinhaltete. Trainingshäufigkeit war auf 2 - 3 Trainingseinheiten pro Woche festgelegt. Besonderheit war die jeweilige Ausbelastungsstrategie wonach nach jedem erfolgten Satz bei erschöpfenden 8 - 10 Wiederholungen zusätzlich noch 3 - 5 Wiederholungen mit 20 % geringerer Gewichtslast verlangt wurden.

Zu den jeweiligen Testterminen, vor und nach den Trainingsphasen bzw. bei jeder Trainingseinheit wurden die folgenden physiologischen und physikalischen Parameter zur Charakterisierung des Adaptations- und Hypertrophieeffektes erhoben.

- (1) Trainingsprotokoll mit Dokumentation der tatsächlich ausgeführten Anzahl der Wiederholungen und der Gewichtsbelastung
- (2) Körpergewicht und Körperfettanteil (Kalipermetrie)
- (3) MVC Bestimmung an der Beinstreckermaschine (Fa. DAVID®; hierbei Erfassung des EMG-Signals: Aktivierungsmuster (Frequenz und Amplitude) bei maximal isometrischer Muskelkontraktion)
- (4) Muskelquerschnitt (MRT des M. Quadriceps femoris) (Kooperationspartner Sportklinikum Stuttgart)

## Ergebnisse

### (1) Trainingsprotokoll:

Das Trainingsprotokoll diente dazu die Qualität des Trainingsprozesses zu analysieren, was zur Folge hatte, dass die Anzahl der in die Datenauswertung aufgenommenen Probanden auf 17 Personen verringert werden musste. Grund hierfür war die Tatsache, dass die ausgeschlossenen Probanden aufgrund von Verletzungen o. ä. nur 75 % und weniger der insgesamt mind. 16 Trainingseinheiten absolvieren konnten bzw. die Durchführung der Trainingsmaßnahme ansonsten nicht den Anforderungen entsprach.

### (2) Körpergewicht und Körperfettanteil:

Während das Körpergewicht bei den Gruppen über die Experimentalphase unverändert blieb, konnten bei beiden Trainingsgruppen signifikante Reduktionen im Körperfett, gemessen mittels der Kalipermetrie festgestellt werden. Bei der Gruppe LVT\_HVT führten beide Trainingsphasen zu signifikanten Veränderungen, während bei der Gruppe HVT\_LVT nur die erste Phase signifikante Veränderungen hervorgerufen hat. Die Kontrollgruppe blieb unverändert.

### (3) MVC:

Das Kraftmaximum (MVC) beim eingelenkigen isometrischen Kniestrecker zeigte nur bei der Gruppe HVT\_LVT während der ersten Trainingsphase (3 Satztraining) signifikante Verbesserungen (6,2 %) sowie über den gesamten Trainingszeitraum (7,1 %). Die Gruppe LVT\_HVT zeigte in der ersten Phase (1 Satztraining) keine Verbesserungen und nur in der Phase 2 (3 Satztraining) eine nicht signifikante Verbesserung von 2,2 %. Die Kontrollgruppe zeigte ebenfalls keine oder nur geringe Veränderungen. Die Betrachtung der EMG Werte lieferte ebenfalls keine statistisch signifikanten Ergebnisse.

### (4) Muskelquerschnitt (MRT des M. Quadriceps femoris):

Bei der Gruppe LVT\_HVT kam es nur zu minimalen Veränderungen des Muskelquerschnitts (Phase I LVT: + 0,8 %, Phase II HVT: - 0,8 %). Die Gruppe HVT\_LVT hatte nur in der Phase I (HVT) eine geringe Verbesserung aufzuweisen (2,0 %) während in Phase II (LVT) sogar Umfangsreduktionen zu beobachten waren (- 1,1 %). Alle Ergebnisse sind aber nicht signifikant und weisen nur geringe Effektstärken auf.

## Diskussion:

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen keine klaren und eindeutigen Vorteile des Ein- (LVT) oder Mehrsatztrainings (HVT) hinsichtlich der Auswirkungen auf das Muskeldickenwachstum. Dies ist in Übereinstimmung mit den Überblicksarbeiten in der Literatur zu sehen. Gegenüber vielen Literaturquellen konnten im Rahmen dieser Studie aber die Ergebnisse mittels eines sehr reliablen Messsystems, dem MRT, erhoben werden. Dass hierbei die Ergebnisse nicht so eindeutig ausgefallen sind lag sicher nicht an der Test-retest-Reliabilität ( $rtt = 0.99$ ), sondern muss evtl. an der Position der Messung festgemacht werden. Nach Raastad (2008) ist das Muskelwachstum nicht überall über den Muskel dasselbe. Aufgrund der messtech-

nischen Anforderungen des MRT's mussten wir uns auf den Bereich 13 cm oberhalb des lateralen Femurcondylus beschränken. In diesem eher distal gelegenen Bereich sind die Anpassungen durch Muskelhypertrophie nicht so umfangreich. Für zukünftige Studien sollte daher eher der gesamte Muskel und unter anderem auch das Muskelvolumen berücksichtigt werden.

Die nur geringen trainingsbedingten Veränderungen in der Maximalkraft (MVC) gemessen am isometrischen Beinstreckgerät können auch darauf zurückzuführen sein, dass die Spezifität des Trainingsstimulus nicht mit dem des Testinstrumentariums übereinstimmte (Baker et al., 1994). Bei nachfolgenden Trainingstudien wäre dies hinsichtlich einer besseren Validität zusätzlich zu berücksichtigen.

Weitere Gründe weshalb die beobachtbaren Veränderungen keinen klaren Vorteil der einen gegenüber der anderen Methode herausstellen konnten liegen in der hohen Trainiertheit der Probanden. Entsprechend dem Quantitätsgesetz des Trainings kann dem Zitat von Stone et al. (1998) gefolgt werden: „Changes in lean body mass and therefore hypertrophy of muscle and connective tissue are related to volume – to a point“. Somit sind auch hier bei natürlichem Training Grenzen gesetzt, die nur durch entsprechende leistungssteigernde Maßnahmen hinauszuschieben sind. Somit lassen sich innerhalb der Trainingsgruppen auch sog. Responder und Non-Responder beobachten die unterschiedlich auf den Trainingsstimulus reagieren.

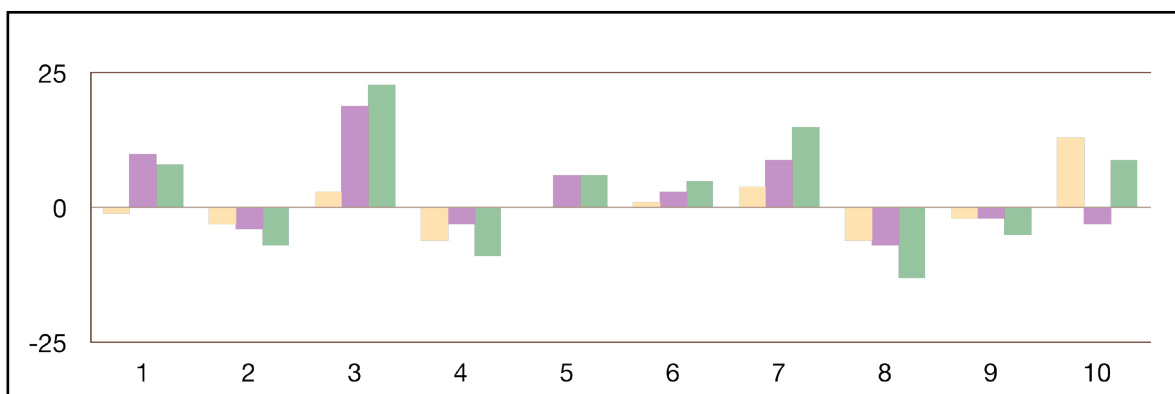


Abb. 1: Prozentuale Kraftgewinne (MVC) einzelner Probanden der Trainingsgruppe HVT\_HIT innerhalb der Trainingsphasen (inclusive einer zusätzlichen Detrainingsphase von 8 Wochen)

Auch kann anhand der Literatur festgestellt werden, dass die im Rahmen der hier durchgeführten vorrangig eingelenkigen Trainingsübungen kein so großes adaptives Potential darstellen im Vergleich zu mehrgelenkigen Trainingsübungen (Baker et al., 1994). Dies kann auf die größere hormonelle Reaktion (Testosteron, IGF 1 etc.) zurückgeführt werden, die bei mehrgelenkigen Kraftübungen deutlich höher ausfällt (McCall, et al 1996). Probleme für wissenschaftliche Studien bereiten hierbei nur die Überschneidungen der Muskulatur die bei entsprechendem Einsatztraining nicht vorkommen sollte.

Abschließend kann festgestellt werden, dass bis zu einem gewissen Punkt das Trainingsvolumen in Form von unterschiedlichen Trainingssätzen als ein „Schlüsselfaktor“ für die Auslösung von Muskelhypertrophie angesehen werden kann. Die hohen

Wiederholungsumfänge sorgen dabei über das intrazelluläre Anschwellen und die hohe Spannung für die hypertrophieauslösenden Mechanismen.

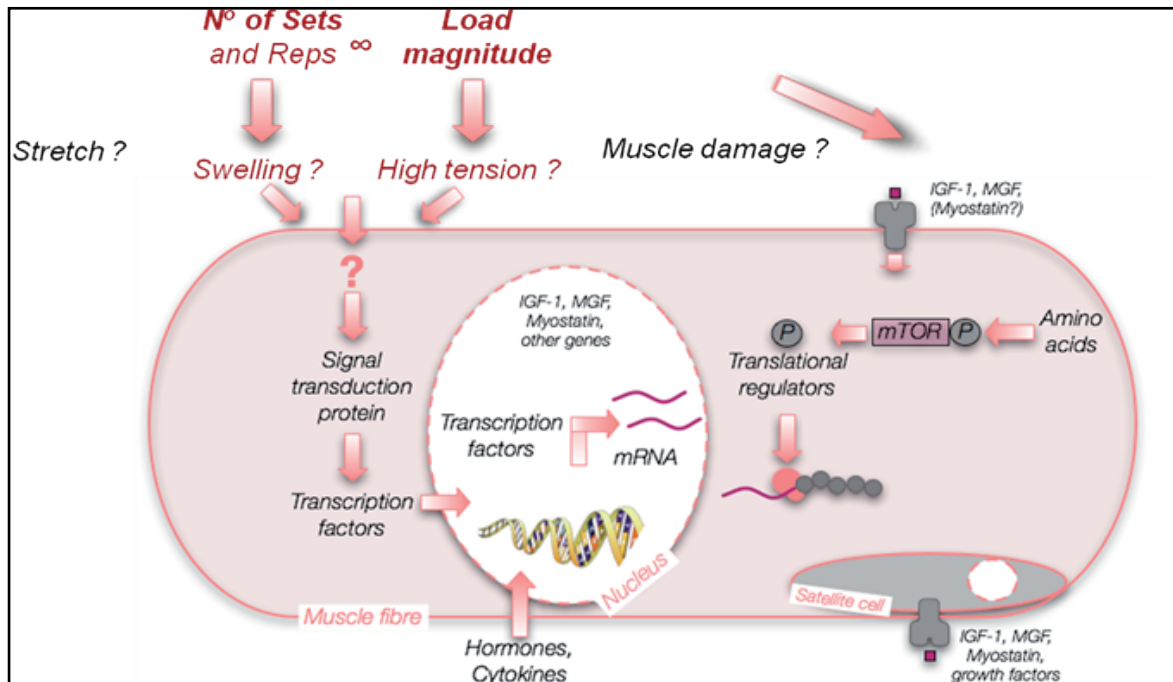


Abb. 2: Mechanismen der Auslösung von Proteinsynthese und Muskelwachstum (mod. nach Spurway, Wackerhage 2006)

### Literaturverzeichnis:

- Baker, D., Wilson, G., & Carlyon, B. (1994). Generality versus specificity: A comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed strength. *Journal of applied physiology*, 68, 350-355.
- Berger, R. (1962). Effect of varried weight training programs on strength. *The research quarterly* 33, 168-181.
- Bird, S.P., Tarpenning, K.M. & Marino, F.E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. A review of the acute programme variables. *Sports medicine*, 35 (10), 841-851.
- Brandenburg, J. & Docherty, D. (2006). The Effect on Training Volume on the Acute Response and Adaptations to Resistance Training. *International journal of sports physiology and performance*, 1, 108-121.
- Carpinelli, R.N. (2000). The Multiple-Set Myth. In M. Brzycki (Hrsg.), *Maximize your Training. Insights from leading strength and fitness professionals* (S. 81-95). Lincolnwood: Master Press.
- Carpinelli, R.N. & Otto, R.M. (1998). Strength training. Single versus multiple sets. *Sports medicine*, 26 (2), 73-84.
- Fleck, S.J. (2002). Periodization of training. In W.J. Kraemer & Häkkinen, K. (Hrsg.), *Strength Training for Sport* (55-68). Berlin: Blackwell.

- Fröhlich, M. (2006). Zur Effizienz des Einsatz- vs. Mehrsatz-Trainings : Eine meta-analytische Betrachtung. *Sportwissenschaft*, 36 (3), 269–291.
- Galvao, D.A. & Taaffe, D.R. (2004). Single- vs. multiple-set resistance training: recent developments in the controversy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18 (3) 660–667.
- McCall, G.E., Byrnes, W.C., Dickinson, A., Pattany, P.M. & Fleck, S.J. (1996). Muscle fiber hypertrophy, hyperplasia, and capillary density in college men after resistance training. *Journal of applied physiology*, 81 (5), 2004–2012.
- Raastad, T., Bjoro, T. & Hallén, J. (2000). Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. *European journal of applied physiology*, 82 (1-2), 121-128.
- Rhea, M.R., Alvar, B.A. & Burkett, L.N. (2002). Single versus multiple sets for strength: A meta-analysis to address the controversy. *Research quarterly for exercise and sport*, 73 (4), 485–488.
- Rhea, M.R., Alvar, B.A., Burkett, L.N. & Ball, S.D. (2003). A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and science in sports and exercise*, 35 (3), 456–464.
- Spurway, N. & Wackerhage, H. (2006). *Genetics and Molecular Biology of Muscle Adaptation*. Churchill Livingstone Elsevier.
- Bird, S.P., Tarpinning, K.M. & Marino, F.E. (2005). Designing Resistance Training Programmes to Enhance Muscular Fitness - A Review of the Acute Programme Variables. *Sports medicine*, 35 (10), 841-851.
- Stone, M.H., Plisk, S.S., Stone, M.E., Schilling, B.K., Obryant, H.S. & Pierce, K.C. (1998). Athletic performance development: Volume load - 1 set vs. multiple-sets, training velocity and training variation. *Strength and condition*, (20), 22–31.
- Toigo & M., Boutellier U. (2006). New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *European journal of applied physiology*, 97, 643-663.
- Wolfe, B.L., LeMura, L.M. & Cole, P.J. (2004). Quantitative analysis of single- vs. Multipleset programs in resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 18 (1), 35–47.
- Zimmermann, K. (2000). *Gesundheitsorientiertes Muskelkrafttraining*. 2. Schorndorf: Hofmann.