

**François Richter**<sup>1</sup>

(1. Preisträger, Kategorie Referate Studierende)

**Die Auswirkungen einer maximalen Fahrradergometer-Ausbelastung auf die Parameter der Frequenzschnelligkeit am Beispiel „Beintapping stehend“**

**Summary**

In scientific training speed is a complex physical efficiency factor. It is of central importance in competitive sports as well as in popular sports.

Looking at traditional methods speed training should take place in a physically non-exhausted state. Nevertheless, due to current scientific research speed exercising can also take place after physical exhaustion. It has been proven that after intensive physical training sessions better results can be achieved in elementary speed.

Based on these opinions, the impact of maximum bicycle ergometric training on elementary speed frequency should be examined while doing the upright leg-tapping exercise.

**Zusammenfassung**

Schnelligkeit stellt im Bereich der Trainingswissenschaft einen komplexen physischen Leistungsfaktor dar und nimmt im Leistungs- und Breitensport einen

---

<sup>1</sup> Betreuer der Arbeit sind Herr Dr. Steffen Keine, Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig; Herr Dr. Gerald Voss, Universum Academie Leipzig; Herr Dr. Andreas Oberbach, Universitätsklinik Leipzig.

sehr hohen Stellenwert ein. Nach traditioneller Auffassung in der Trainingswissenschaft sollte ein Schnelligkeitstraining stets am Anfang einer Trainingseinheit und im physiologisch erholten Zustand erfolgen. Betrachtet man aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen im Zusammenhang mit der Ansicht, dass Schnelligkeit nur im erholten Zustand trainiert werden soll, so muss man feststellen, dass auch nach physiologisch ermüdenden Belastungen verbesserte Werte im Bereich der elementaren Schnelligkeit erzielt werden können. Basierend auf diesen Auffassungen soll untersucht werden, welche Auswirkungen eine Fahrradergometer-Ausbelastung auf die Parameter der elementaren Frequenzschnelligkeit am Beispiel „Beintapping stehend“ hat.

**Schlagnworte:** elementare Schnelligkeit, Beintapping, Schnelligkeitstraining

## 1. Problemstellung

Betrachtet man die aktuellen wissenschaftlichen Auffassungen der Trainingswissenschaft zum Schnelligkeitstraining bzw. der Schnelligkeitstheorie, so kommt man zu dem Fazit, dass Schnelligkeit im erholten bzw. ausgeruhten Zustand und stets am Anfang einer Trainingseinheit durchzuführen ist<sup>2</sup>.

In einzelnen Studien wurden die traditionellen Sichtweisen, dass Schnelligkeit an einen ausgeruhten Zustand des Körpers gebunden ist in Frage gestellt und verbesserte Werte der elementaren Schnelligkeit nach maximaler körperlicher Ausbelastung nachgewiesen.

Güllich (1996) fand heraus, dass durch kurzzeitige maximale willkürliche Kontraktionen die Schnellkraftleistungen verbessert werden können. Thienes (2001) untersuchte die Veränderung zyklischer Schnelligkeitsleistungen unter dem Einfluss muskulärer Belastungen einerseits und einer koordinativen Beanspruchung andererseits. Er testete 92 Probanden vor und nach einer Fahrradergometrie auf die Übungsformen Handkurbel, Tretkurbel, Hand- und Beintapping. Es kam bei allen Versuchsgruppen zu einer Verbesserung der maximalen Schnelligkeitswerte an der Hand- und Tretkurbel und zu einer teilweisen Verschlechterung beim Hand- und Beintapping. Thienes (2001) konnte jedoch keine signifikante Zu- oder Abnahme der jeweiligen Frequenzen feststellen, so dass er seine These, dass „im Anschluss an eine hohe muskuläre Belastung die Frequenz im beanspruchten System reduziert ist“ verwerfen musste. Neumann (2008) untersuchte in seiner Diplomarbeit welche Auswirkungen ein erschöpfendes Krafftausdauertraining auf die elementare Schnelligkeit hat. Er fand heraus, dass die Werte der Parameter der Frequenzschnelligkeit beim *Beintapping stehend* zu jedem Messzeitpunkt nach der Belastung in der Tapping-Frequenz tendenziell höher waren als vor dem erschöpfendem Krafftraining.

---

<sup>2</sup> vgl. Froböse, 2002; Schnabel, Harre & Borde, 2005; Weineck, 2007

In Anlehnung an diese Untersuchungen ergab sich die Frage, welche Auswirkungen eine maximale Fahrradergometer-Ausbelastung auf die Leistungen der elementaren Frequenzschnelligkeit hat und welche methodischen Möglichkeiten sich zur Entwicklung der elementaren Schnelligkeit ableiten und sich in einem vierwöchigen Training erproben lassen.

## 2. Untersuchungsmethodik

In dem durchgeführten Erprobungsexperiment unterzogen sich 68 Probanden einem Schnelligkeitstraining. Die Trainingsgruppen Kontrollgruppe, Schnelligkeitstraining (Schnelligkeitstraining nach traditioneller Auffassung), Vorbela-stungsgruppe (Schnelligkeitstraining mit maximaler Ausbelastung vor dem Train-ing) und die Nachbelastungsgruppe (Schnelligkeitstraining mit maximaler Aus-belastung im Anschluss an das Schnelligkeitstraining) setzten sich aus jeweils 17 (8 weiblich und 9 männlich) Probanden zusammen. Das Schnelligkeitstrai-ning erstreckte sich über einen Zeitraum von vier Wochen mit je zwei Trainings-einheiten (TE). Die erste TE in jeder Woche hatte die Ausbildung der elementa-ren Frequenzschnelligkeit und die zweite TE die Ausbildung der Schnelligkeit bei reaktiven Sprüngen als Schwerpunkt. Vor der Trainingsintervention erfolgte ein Prätest zur Bestimmung des Ausgangsniveaus und im Anschluss an das vierwöchige Training erfolgte der Posttest um die Entwicklung der einzelnen Pa-rameter durch die jeweilige Trainingsintervention beurteilen zu können. Mittels sportartspezifischer Leistungsdiagnostiken und Trainingsanalysen wurde die Wirkung des gesamten Trainings erfasst und ausgewertet.

Zum Zeitpunkt des Prä- bzw. Posttests wurde mittels einer Fahrradergometrie die Leistungsgrenze jedes Probanden bestimmt. Sowohl vor als auch nach der maximalen Fahrradergometer-Ausbelastung absolvierte jeder Proband die Übung *Beintapping stehend*, um so die Auswirkungen einer maximalen körperli-chen Ausbelastung auf die Parameter der elementaren Schnelligkeit nachvoll-ziehen zu können.

Zur Erfassung der Frequenzschnelligkeit wurden die „Beintappings stehend“ mit Hilfe einer geteilten Bodenkontaktplatte erfasst und die Parameter Tapping-Frequenz, Kontaktzeit und Hubzeit bestimmt.

## 3. Ergebnisse

Nach einer maximalen Fahrradergometer-Ausbelastung konnten signifikant ver-besserte Werte der Tapping-Frequenz beim Beintapping stehend festgestellt werden (s. Abb. 1). Die verbesserte Tapping-Frequenz nach maximaler Ausbe-lastung wird durch eine signifikante Verringerung der Kontaktzeit und Hubzeit bekräftigt.

Die verbesserten Werte der Tapping-Frequenz konnten signifikant bis zu 55 min nach der maximalen Fahrradergometer-Ausbelastung nachgewiesen werden.

In einer weiteren Untersuchung konnte durch eine zweite und dritte maximale Fahrradergometer-Ausbelastung innerhalb einer Stunde der Effekt reproduziert werden und durch die zweite bzw. dritte Ergometrie sogar eine weitere Verbesserung der Tapping-Frequenz erzielt werden.

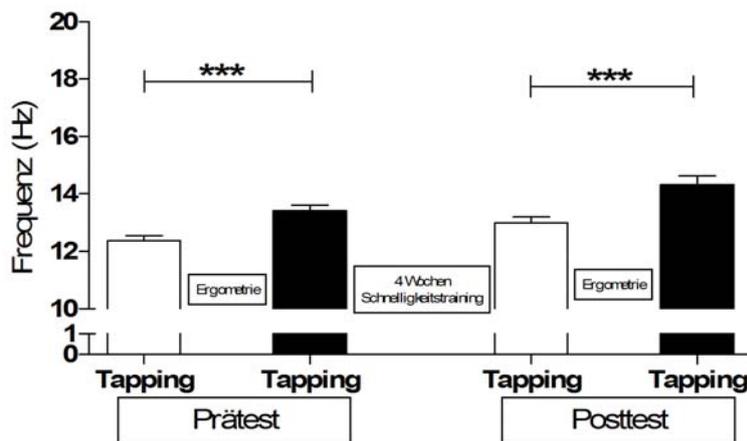


Abb. 1. Darstellung der max. Tapping-Frequenz stehend. Die weißen Säulen repräsentieren den MW ± SEM vor der max. Fahrradergometer-Ausbelastung und die schwarzen Säulen repräsentieren den MW ± SEM nach der max. Fahrradergometer-Ausbelastung. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe des t-Tests auf einem Signifikanzniveau von  $p \leq 0,05$  (\*),  $p \leq 0,01$  (\*),  $p \leq 0,001$  (\*\*).

In einer weiteren Untersuchung konnte durch eine zweite und dritte maximale Fahrradergometer-Ausbelastung innerhalb einer Stunde der Effekt reproduziert werden und durch die zweite bzw. dritte Ergometrie sogar eine weitere Verbesserung der Tapping-Frequenz erzielt werden.

Zwischen den verschiedenen Interventionsgruppen konnte kein signifikanter Unterschied in der Entwicklung der Schnelligkeitsparameter Tapping-Frequenz, Kontaktzeit und Hubzeit durch eine vierwöchige Trainingsintervention festgestellt werden. Gegenüber der Kontrollgruppe konnten jedoch die Interventionsgruppen (Schnelligkeitsgruppe, Vorbelastungsgruppe und Nachbelastungsgruppe) ihre Tapping-Frequenz vom Prätest zum Posttest verbessern (s. Abb. 2). Während des gesamten Trainings hat die Vorbelastungsgruppe tendenziell auf einem höheren Niveau trainiert als die Schnelligkeits- und die Nachbelastungsgruppe. Eine mögliche Erklärung könnte die maximale Fahrradergometer-Ausbelastung direkt vor der jeweiligen TE gewesen sein.

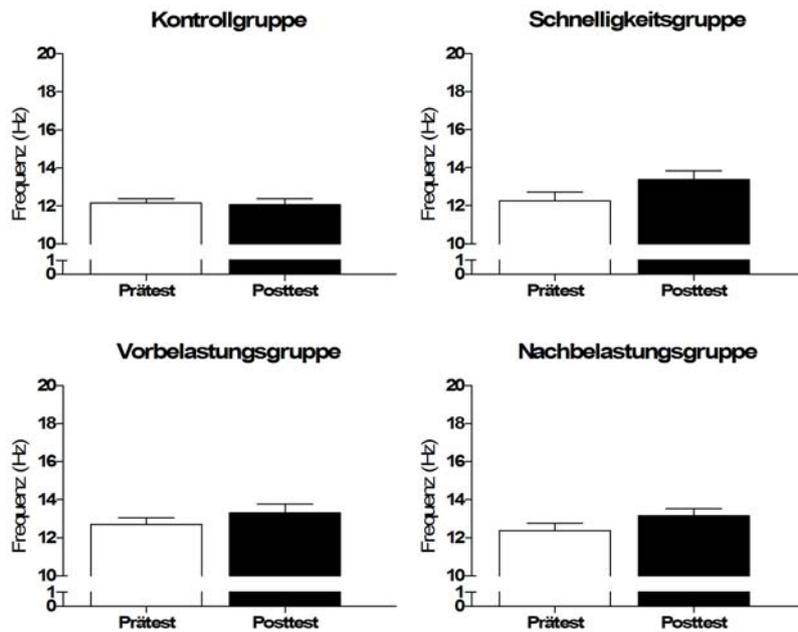


Abb. 2. Darstellung der max. Tapping-Frequenz stehend. Die weißen Säulen repräsentieren den  $MW \pm SEM$  vor der max. Fahrradergometer-Ausbelastung zum Zeitpunkt des Prätest und die schwarzen Säulen repräsentieren den  $MW \pm SEM$  vor der max. Fahrradergometer-Ausbelastung zum Zeitpunkt des Posttests. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe des t-Tests auf einem Signifikanzniveau von  $p \leq 0,05$  (\*),  $p \leq 0,01$  (\*),  $p \leq 0,001$  (\*\*\*)

#### 4. Diskussion

In den vorgestellten Ergebnissen konnte nachgewiesen werden, dass sich die Parameter der elementaren Frequenzschnelligkeit beim *Beintapping stehend* im Anschluss an eine maximale Fahrradergometer-Ausbelastung verbessern. Auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse wird in Verbindung mit den Auffassungen zur Gestaltung eines Schnelligkeitstrainings hergeleitet, dass auch nach vorangegangener maximaler körperlicher Belastung positive Entwicklungen in den Parametern der Frequenzschnelligkeit, Tapping-Frequenz, Kontaktzeit und Hubzeit erreicht werden können.

Voß, Witt & Werthner (2007, S. 33, 101) beschreiben, dass eine hohe Tapping-Frequenz von der Kontakt- und Hubzeit abhängt. Die Kontaktzeit erweist sich als stabiler Faktor gegenüber Trainingseinflüssen und eine Erhöhung der Tapping-Frequenz wird primär durch eine Verringerung der Hubzeit erzielt. Entgegen dieser Annahmen konnte in der vorliegenden Untersuchung festgestellt

werden, dass nicht nur die Tapping-Hubzeit trainiert werden kann, sondern auch die bisher als stabil angesehene Kontaktzeit durch Trainingsreize verringert werden kann. Die erhöhten Werte der Tapping-Frequenz wurden primär durch eine verringerte Kontaktzeit der Füße auf der Bodenkontaktplatte erzielt.

Die durch eine maximale Fahrradergometer-Ausbelastung entstehenden anaerob-energetischen Veränderungen sind nicht als limitierende Faktoren für die elementare Schnelligkeit anzusehen. Vielmehr werden durch die maximale Ausbelastung verbesserte Werte in der zyklischen Schnelligkeit erzielt. Diese Veränderungen könnten auf neuromuskuläre und koordinative Faktoren zurückzuführen sein. Aus medizinisch physiologischer Sicht ist bekannt, dass Schnelligkeit durch bestimmte Mechanismen des neuromuskulären Systems determiniert ist. Die Veränderungen des biologischen Funktionssystems nach einer maximalen Ausbelastung könnten beispielsweise bestimmt sein durch:

- eine erhöhte Sensibilität im neuromuskulären System,
- eine vergrößerte Aktivierung des Alpha-Motoneuronenpools,
- eine verringerte Inhibition im pyramidalen System.

Für die Trainingspraxis lässt sich schlussfolgern, dass auch nach maximal ermüdenden Vorbelastungen ein Schnelligkeitstraining durchgeführt werden kann und es nicht zu einem Abfall der Leistungsfähigkeit kommt. Vielmehr kann sogar durch eine maximale Ausbelastung, dass Schnelligkeitstraining für einzelne Sportler auf einem höheren Trainingsniveau vollzogen werden.

## Literatur

Froböse, I. (2002). *Bewegung und Training. Grundlagen und Methodik für Physio- und Sporttherapeuten* ( S. 121-128). München: Urban & Fischer.

Güllich, A. (1996). *Schnellkraftleistungen im unmittelbaren Anschluss an maximale und submaximale Krafteinsätze*. Köln: Sport und Buch Strauß GmbH.

Neumann, A. (2008). *Zur Reaktion azyklisch-reaktiver und zyklischer, elementarer Schnelligkeit auf ein erschöpfendes Kraftausdauertraining. Vergleichsstudie zwischen hochtrainierten und trainierten Fußballspielern und untrainierten Probanden*. Leipzig: Diplomarbeit, Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät.

Schnabel, G., Harre, D. & Borde, A. (2005). *Trainingswissenschaft. Leistung, Training, Wettkampf*. Berlin: Sport und Gesundheit Verlag GmbH.

Thienes, G. (2001). Schnelligkeitsleistungen unter Ermüdungsbedingungen. In Thorhauer, H.-A., Carl, K. & U. Türck-Noack (Hrsg.), *Muskel-Ermüdung. Forschungsansätze in der Trainingswissenschaft* (S. 177-182) Köln: Sport & Buch Strauß GmbH.

Voß, G., Witt, M. & Werthner, R. (2007). *Herausforderung Schnelligkeitstraining*. Aachen: Meyer & Meyer.

Weineck, J. (2007). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. Balingen: Spitta.

### **Verfasser**

**François Richter**, Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Sportarten, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig