

**Thomas Dreißigacker**

(1. Preisträger Referate Studierende)

## Regulationsmechanismen der Schrittstruktur im Schnellig- keitstraining von Mittelstreckenläufern<sup>1</sup>

### Summary

A group of 23 middle- and long-distance runners completed several sprints on a treadmill with varying conditions regarding to speed (submaximal to supra-maximal velocities of 7,0 m/s up to 10,5 m/s), inclination (0°, +1°, +2°, -1°) and resistance (tensile resistance and traction support both with 500 g). It has been determined a decrease of support time and an enlargement of cadence with an increasing speed for every different training method. A comparison of two groups with different elementary speeding prerequisites shows that the faster group reacts with a higher increase of stride frequency at higher velocities than the slower group.

### Zusammenfassung

Eine Gruppe von 23 Mittel- und Langstreckenläufern absolvierte Sprintläufe auf einem Laufband bei variierenden Arbeitsbedingungen hinsichtlich der Geschwindigkeit von submaximal bis supramaximal (7,0 m/s bis 10,5 m/s), der Neigung (0°, +1°, +2°, -1°) und dem Widerstand (Zugwiderstand und Zugunterstützung mit je 500 g). Für alle Trainingsmittel konnten die Verringerung der Stützzeit und die Vergrößerung der Schrittfrequenz bei steigenden Geschwindigkeiten nachgewiesen werden. In einem Vergleich zweier Gruppen mit un-

---

<sup>1</sup> Betreuerin der Arbeit ist Frau Prof. Dr. Maren Witt, Institut für Allgemeine Bewegungs- und Trainingswissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig.

terschiedlichen elementaren Schnelligkeitsvoraussetzungen zeigte sich bei der schnelleren Gruppe eine stärkere Nutzung der Frequenzerhöhung zur Geschwindigkeitssteigerung als bei der langsamen Gruppe.

**Schlagworte:** Leichtathletik, Mittelstreckenlauf, Schnelligkeit, Schnelligkeitstraining, Schrittfrequenz,

## 1. Problemstellung

Der Schnelligkeits- und Schnellkraftentwicklung wird in Ausdauersportarten im Trainingsprozess oft eine zu geringe Aufmerksamkeit beigemessen, obwohl sowohl in der Literatur und einigen Rahmentrainingskonzeptionen auf die wachsende Bedeutung der Schnelligkeit hingewiesen wird (Wick 2008). Die Unterdistanzleistung gilt als wesentliche Leistungsreserve in zyklischen Sportarten und kann bei ihrer Erschließung die renntaktischen Möglichkeiten vor allem in Zwischen- und Endspurtsituationen verbessern. Bei hohen Geschwindigkeiten findet man dabei hohe Bewegungsfrequenzen und kurze Stützzeiten vor (Mann, 1999; Letzelter, 1999). Vorliegende Untersuchungen erfolgten jedoch vor allem an Sprintern. Ziel dieser Untersuchung war es, spezifische Trainingsübungen des Schnelligkeitstrainings für den Einsatz bei Mittel- und Langstrecklern in Abhängigkeit von den individuellen Leistungsvoraussetzungen zu prüfen. Dabei sollen zwei zentrale Fragestellungen überprüft werden:

- Gelten die Regulationsmechanismen der Schrittstruktur der Sprinter auch für Mittelstreckenläufer?
- Besteht ein Zusammenhang der Regulationsmechanismen der Schrittstruktur mit den individuellen Leistungsvoraussetzungen?

## 2. Untersuchungsdesign

Die Untersuchung wurde mit einer Gruppe von 23 Mittel- und Langstreckenläufern durchgeführt (Alter:  $16,2 \pm 2,3$  Jahre). Zur Ermittlung der maximalen Geschwindigkeit wurde von den Sportlern ein 60 m-Sprintlauf unter Feldbedingungen absolviert, aus dem mit Hilfe des schnellsten 30 m-Abschnitts die maximale Geschwindigkeit berechnet wurde (7,0 bis 9,4 m/s).

Zusätzlich wurden von allen Probanden elementare Schnelligkeitsvoraussetzungen erfasst. Als nichtreaktiver Test wurde der Counter Movement Jump und als reaktiver Test der Drop Jump durchgeführt. Die Frequenzschnelligkeit wurde ergänzend durch das Tapping im Stehen ermittelt.

Aufgrund der Ergebnisse einer Voruntersuchung absolvierten die Probanden in der Hauptuntersuchung Läufe bei

- einer Neigung von 0°, +1°, +2° und 1° sowie bei
- Zugwiderstand (ZW) und Zugunterstützung (ZU) mit jeweils 500 g.

Bei jedem Trainingsmittel wurden zwei submaximale und ein maximaler Sprint von 50 m durchgeführt. Bei allen Läufen wurden Stütz- und Flugzeit (TS [ms] und TF [ms]) sowie Schrittfrequenz- und Schrittlänge (SF [Hz] und SL [cm]) berechnet. Bei den Läufen auf dem flachen Laufband konnte zusätzlich Bodenreaktionskräfte berechnet werden.

Bei den normalverteilten Parametern wurden der T-Test für abhängige und unabhängige Stichproben sowie ein T-Test mit Messwiederholung auf 90 % Konfidenzintervall durchgeführt. Nicht normalverteilte Parameter wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test getestet.

### 3. Ergebnisse

Bei allen Trainingsmitteln steigt die Schrittfrequenz und sinkt die Stützzeit mit wachsender Geschwindigkeit. Dies ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Tab. 1 beispielhaft für das Trainingsmittel Zugwiderstand deutlich zu erkennen.

Tab. 1. Mittelwerte und Standardabweichungen der Stützzeit (TS) und Schrittfrequenz (SF) bei drei Geschwindigkeitsstufen

	Stützzeit [ms]			Schrittfrequenz [Hz]		
	7,0 m/s	7,5 m/s	max	7,0 m/s	7,5 m/s	max
<b>0°</b> <b>n=11</b>	100,3 ± 9,7	98,7 + 10,0	95,4 ± 10,8	3,90 ± 0,23	3,97 ± 0,24	4,04 ± 0,21
<b>+1°</b> <b>n=11</b>	107,0 ± 10,5	101,9 ± 9,5	96,9 ± 9,2	3,70 ± 0,15	3,90 ± 0,16	4,0 ± 0,14
<b>+2°</b> <b>n=10</b>	107,5 ± 10,7	99,9 ± 10,4	98,2 ± 9,0	3,73 ± 0,17	3,95 ± 0,20	4,05 ± 0,15
<b>-1°</b> <b>n=10</b>	108,1 ± 11,4	98,5 ± 10,9	97,6 ± 10,9	3,58 ± 0,14	3,79 ± 0,15	3,87 ± 0,16
<b>ZW</b> <b>n=9</b>	103,2 ± 10,1	97,0 ± 10,0	94,6 ± 8,2	3,68 ± 0,14	3,87 ± 0,19	3,98 ± 0,14
<b>ZU</b> <b>n=9</b>	103,1 ± 12,0	97,9 ± 9,3	95,3 ± 8,5	3,66 ± 0,14	3,83 ± 0,09	3,95 ± 0,14

Die Veränderungen der Stützzeit und Schrittfrequenz sind statistisch signifikant. Lediglich bei der Differenz zwischen zweiter und dritter Stufe bei der Stützzeit liegt keine Signifikanz vor. Festzuhalten ist also, dass Mittel- und Langstreckenläufer sich den gleichen Regulationsmechanismen der Schrittstruktur wie die Sprinter bedienen.

Individuell bestehen jedoch sehr große Unterschiede in den Regulationsmechanismen der Schrittstruktur. Aus diesem Grund wurden die Regulationsmechanismen zusätzlich in Abhängigkeit von den elementaren Schnelligkeitsvoraussetzungen betrachtet. Dazu wurde die Stichprobe mithilfe der Tappingfrequenz in eine elementar gute und in eine elementar schlechte Gruppe geteilt. Dabei wurden die besten acht Sportler der guten Gruppe und die schwächsten acht der schlechten Gruppe zugeordnet. Es zeigte sich dabei, dass die elementaren Schnelligkeitsvoraussetzungen einen Einfluss auf die Regulationsmechanismen haben. Aus Tab. 2 wird deutlich, dass die Geschwindigkeit von den elementar besseren Sportlern mehr über die Schrittfrequenz erhöht wird als von den elementar schwächeren Sportlern.

Tab. 2. Anteil der Schrittfrequenz (SF) und Schrittlänge (SL) an einer Geschwindigkeitserhöhung für die elementar schnelle und langsame Gruppe

	elementar schnelle Gruppe		elementar langsame Gruppe	
	Anteil SF	Anteil SL	Anteil SF	Anteil SL
<b>0°</b>	59 %	41 %	41 %	59 %
<b>+1°</b>	78 %	22 %	65 %	35 %
<b>+2°</b>	77 %	23 %	61 %	39 %
<b>-1°</b>	85 %	15 %	59 %	41 %
<b>ZW</b>	80 %	20 %	50 %	50 %
<b>ZU</b>	72 %	28 %	44 %	56 %

Die Unterschiede bei den Regulierungsmechanismen bei Geschwindigkeitserhöhung sind für alle getesteten Trainingsmittel statistisch signifikant.

Einzelfälle zeigen, dass es zu sehr großen Unterschieden hinsichtlich der Realisierung der Geschwindigkeitserhöhung kommt. In den beiden folgenden Diagrammen ist zu sehen, dass ein Sportler mit elementar besseren Schnelligkeitsvoraussetzungen die Geschwindigkeitserhöhung fast ausschließlich mit einer Steigerung der Schrittfrequenz realisiert, im Gegensatz dazu ein elementar schwächerer Sportler fast nur über die Schrittlänge.

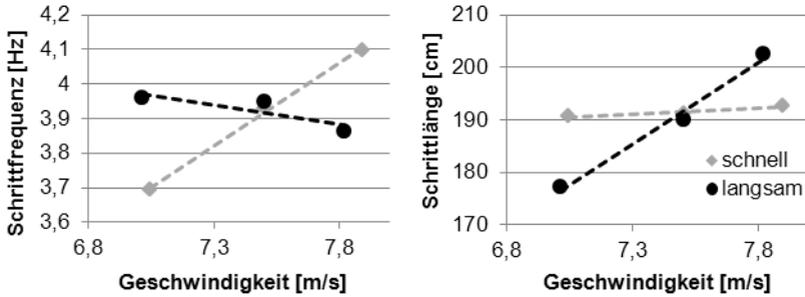


Abb. 1. Veränderung der Schrittfrequenz und Schrittlänge bei Geschwindigkeitserhöhung bei einem elementar schnellen (grau) und langsamen (schwarz) Sportler

Die elementaren Leistungsvoraussetzungen beeinflussen ebenfalls die technische Realisierung der Sportler. So weisen die Sportler mit elementar besseren Voraussetzungen kürzere Stützzeiten auf und setzen den Fuß deutlich näher an der Körperschwerpunktsvertikalen auf, wodurch es zu geringeren Bremskraftstößen im Vorderstütz kommt. Dies prägt sich in einem eingipfligen Kraft-Zeit-Verlauf bei den elementar guten und in einem doppelgipfligen Kurvenverlauf (Abb. 2) mit einem starken Einbruch zwischen Brems- und Beschleunigungsimpuls bei den elementar schwachen Sportlern aus. Die grau markierte Fläche stellt den Impact Index dar, welcher das Stützverhalten objektiviert.

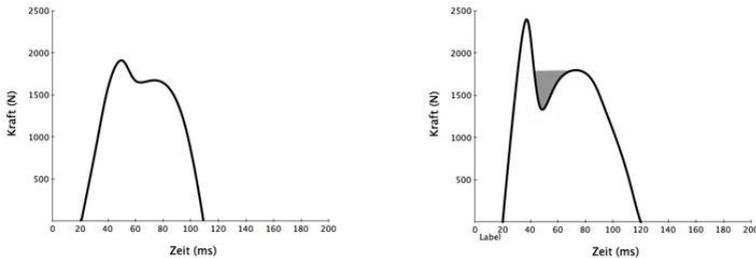


Abb. 2. Kraft-Zeit-Kurve der Stützphase für einen elementar guten Sportler (links) und einen elementar schwachen Sportler (rechts)

Bei dem Impact Index zeigen sich im Gruppenvergleich deutlich Unterschiede (Tab. 3). So hat die elementar bessere Gruppe im Mittel einen geringeren Impact Index und weist somit ein besseres Stützverhalten und folglich eine bessere technische Realisierung auf.

Tab. 3. *Impact Index [Ns] für die elementar schnelle (n = 8) und langsame Gruppe (n = 8) bei 0°, ZW und ZU*

	submax 1		submax 2		max	
	schnell	langsam	schnell	langsam	schnell	langsam
	7,4 m/s	7,0 m/s	8,1 m/s	7,5 m/s	8,6 m/s	8,0 m/s
<b>0°</b>	2,49	4,03	1,73*	5,74*	3,21	7,13
<b>ZW</b>	2,06	3,62	1,54*	3,45*	1,57*	3,94*
<b>ZU</b>	2,49	3,10	2,06	2,80	2,25	3,84

\* Der Unterschied zwischen den Gruppen ist für diese Stufe statistisch signifikant

#### 4. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass aufgrund unterschiedlicher Regulationsmechanismen ein differenziertes Schnelligkeitstraining erfolgen muss. Ein klassisches Schnelligkeitstraining ohne Qualitätskontrolle wird für die Sportler mit schlechten elementaren Schnelligkeitsvoraussetzungen, die mehr längenregulierend auf eine Geschwindigkeitserhöhung reagieren, möglicherweise uneffektiv. Für diese Sportler wird daher ein Messplatztraining mit Frequenzüberwachung und Technikkontrolle notwendig.

#### Literatur

Letzelter, S. (1999). Schrittgestaltung beim 100 m-Lauf der Weltmeisterschaften 1997 und 1999. *Leichtathletik konkret* (9), 19-22.

Mann, R. (1999). Biomechanische Grundlagen des Kurzsprints. *Leichtathletiktraining*, 10 (2), 24-31.

Wick, J. (2008). Entwicklungstendenzen der Spitzenleistungen und Ansätze für die Erhöhung der Trainingswirksamkeit im Olympiazklus bis 2012 in den Ausdauersportarten. *Zeitschrift für angewandte Trainingswissenschaft* 15 (2), 19-33.

#### Verfasser

**Thomas Dreißigacker**, Institut für Allgemeine Bewegungs- und Trainingswissenschaft, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig