

## Frage&amp;Antwort

F: Wir haben mehrere positive Rückmeldungen zu unseren Tabellen über das Verhältnis von Geschwindigkeit zu Schlagfrequenz auf dem Wasser und auf dem Ergometer (RBN 10/2007) erhalten. Die meist gestellte Frage war: **“Wie hängt das Verhältnis von Geschwindigkeit/Schlagfrequenz von der Streckenlänge ab?”** Mit anderen Worten: “Wenn wir normative Geschwindigkeits/Schlagfrequenz-Daten für eine bestimmte Strecke haben, wie können wir das für ein anderes Training extrapolieren?”

A: Um diese Frage zu beantworten, müssen wir eine Gleichung, die die Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Leistung ( $y$ ) zu Strecke und Zeitdauer des Trainings ( $x$ ) beschreibt, ableiten. Früher schon wurden die Leistungs- oder logarithmischen Gleichungen für diesen Zweck genutzt (1). Der Einfachheit halber wird hier die Leistungsfunktion  $y=x^a$  genutzt. Anstatt der absoluten Werte für die Geschwindigkeit  $V$  und Strecke/Zeit  $D/T$ , werden ihre Verhältnisse (%) zu den korrespondierenden Werten, die wir aus 2k Rennen erhielten, genutzt:

$$rV = rDP^p \quad (1) \quad rV = rT^q \quad (2)$$

Es wurden zwei Datenquellen genutzt, beide vom Concept2 Ergometer: die Weltbestzeiten von verschiedenen Distanzen (2) und die durchschnittlichen Daten von einer Gruppe von 20 Eliteruderern (unveröffentlichte Daten). Die letzte Messung passt sehr gut in die Regressionslinie der Leistung ( $R^2=0.99$ ), aber die Daten zum Weltrekord haben eine geringere Übereinstimmung ( $R^2=0.96$ ) wegen einiger Ausreißer (z.B. Weltrekord der Männer über 500m 1:10.5 = 119.4% zum 2000m Rekord 5:36.6):



Fig.1 zeigt, daß Männer in der Gleichung 1 einen höheren Faktor haben

( $p=-0.08385$ ) als Frauen ( $p=-0.07104$ ). Dies bedeutet, daß **Männer die besseren Sprinter sind und Frauen sind verhältnismäßig besser über längere Distanzen.** Als allgemeine Faktoren wurden in allen untersuchten Gruppen  $p=-0.07748$  und  $q=-0.07228$  gefunden.

Wir überlassen den Physiologen die Diskussion über die Quellen der metabolischen Energie bei verschiedenen Distanzen; hier sind wir lediglich an den reinen mechanischen Aspekten interessiert. Die zweite und dritte Säule in Tabelle 1 zeigen den normativen Prozentsatz von

Geschwindigkeit und Leistung von verschiedenen Strecken basierend auf den allgemeinen Trends.

Um die Leistung  $P$  bei verschiedenen Strecken zu ändern, hat der Ruderer zwei Optionen: Ändern der Schlagfrequenz  $R$  oder der Arbeit pro Ruderschlag  $WPS$ :

$$P = WPS / T = 60 WPS R \quad (3)$$

(wobei  $T$  die Dauer des Schlagzyklus ist)

Praktischerweise bedeutet WPS die Kraftanwendung, weil normalerweise die Schlaglänge nicht viel verändert, sie hat sogar einen entgegengesetzten Trend: sie wird bei höheren Frequenzen kürzer. Normalerweise werden beide Optionen zusammen genutzt. Ruderer nutzen höhere Schlagfrequenzen und wenden mehr Kraft bei kürzeren Distanzen an und umgekehrt, somit macht die Methode der „konstanten WPS“ hier keinen Sinn.

Verschiedene Strategien zur Änderung von Leistung und Geschwindigkeit können genutzt werden. Einige Ruderer und Mannschaften ziehen es vor, die Schlagfrequenz zu ändern und die Kraft mehr oder weniger konstant zu halten. Andere wiederum ändern die Kraftanwendung recht signifikant. Es können auch verschiedene Strategien bei kürzeren und längeren Strecken zur Anwendung kommen:

- Bei kurzen Strecken kann es sein, daß ein Ruderer nicht über ausreichend Kapazitäten/Fertigkeiten verfügt, die Geschwindigkeit und Schlagfrequenz zu erhöhen, und muß daher höhere Kraft und WPS aufwenden.
- Bei Langstrecken dagegen kann Kraft und WPS wegen Muskelermüdung absinken, was dann mit der Schlagfrequenz ausgeglichen werden muß.

**Schlagfrequenz und Kraftanwendung muß individuell optimiert werden, um die bestmögliche Leistung zu erbringen.** In den letzten vier Säulen von Tabelle 1 versuchten wir ein Gefühl zu vermitteln, wie Schlagfrequenz und Kraftanwendung sich verändern können, wenn verschiedene Strategien angewandt werden. Prozentzahlen vom “Effekt der Schlagfrequenz” zeigen ihren Anteil in der Variation von Leistung/Geschwindigkeit:

- 100% bedeutet, daß sämtliche Änderung der Leistung durch Änderung der Schlagfrequenz erreicht worden ist, während die WPS konstant bleibt.
- 50% bedeutet, daß die Änderung der Leistung durch gleichmäßige Änderungen von Schlagfrequenz und WPS erzeugt wurde, etc.

Eine Rennschlagfrequenz von 34 spm wurde am meistens bei 2k Rennen gebraucht.

Tabelle 1	Strecke (m)	Geschwindigkeit (%)	Leistung (%)	Effekt der Schlagfrequenz (1/min)			
				25%	50%	75%	100%
	<b>250</b>	<b>117.5%</b>	162.2%	39	45	50	55
	<b>500</b>	<b>111.3%</b>	138.0%	37	40	44	47
	<b>1000</b>	<b>105.5%</b>	117.5%	35	37	38	40
	<b>2000</b>	<b>100.0%</b>	100.0%	34	34	34	34
	<b>5000</b>	<b>93.1%</b>	80.8%	32	31	29	27
	<b>6000</b>	<b>91.8%</b>	77.5%	32	30	28	26
	<b>20000</b>	<b>83.7%</b>	58.6%	30	27	23	20

Die Tabellen in der angehängten Kalkulation (3) geben detailliertere Informationen über diese Variablen mit einer zusätzlichen Dimension - der relativen Intensität. Im Training führen die Athleten normalerweise Übungen mit geringerem Aufwand als im Rennen durch (% von ihrer Geschwindigkeit/Leistung bei gegebener Strecke), somit zeigt die Prozentzahl der Intensität die Geschwindigkeiten bei dem korrespondierenden relativen Aufwand. Diese Tabellen funktionieren perfekt auf dem Ergometer, weil die angezeigte Geschwindigkeit ausschließlich von der Leistung herrührt. In einem Boot wird die Geschwindigkeit von den Wetterbedingungen beeinflusst. In die Kalkulationen können die Nutzer eigene Daten eintragen, individuelle Faktoren in den Gleichungen 1 und 2 berechnen, und sie dann mit dem allgemeinen Trend vergleichen. Diese Übung zeigt an, ob ein Ruderer / eine Mannschaft besser für Sprints oder Langstrecken geeignet ist.

### **Referenzen**

1. Gordon S.M. 2008. Sport training. Moscow, FK, 256
2. World best times on Concept2 ergometer. [www.concept2.com](http://www.concept2.com)
3. Rowing Distance-Speed-Rate Calculator. [http://www.biorow.com/RBN\\_en\\_2012\\_files/Distance-Speed-Rate%202012%2001.xls](http://www.biorow.com/RBN_en_2012_files/Distance-Speed-Rate%202012%2001.xls) (Der link funktioniert leider nicht mehr. Bitte bei Herrn Dr. Kleshnev direkt nachfragen)

©2011: Dr. Valery Kleshnev [www.biorow.com](http://www.biorow.com)