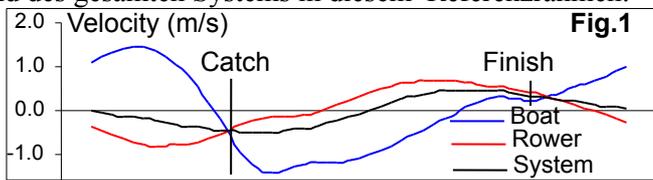
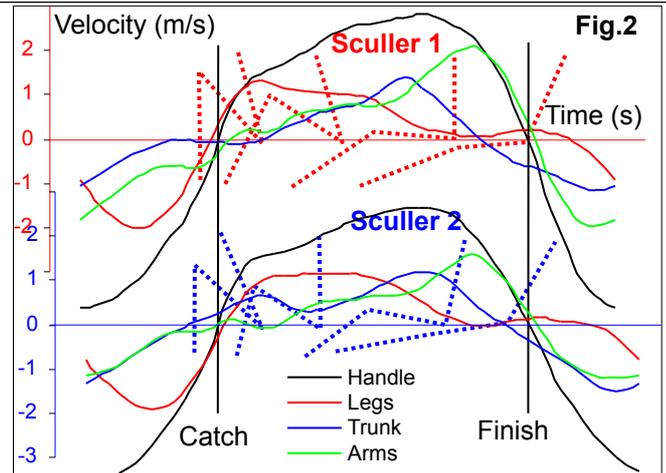


Ideen

Wir haben viel positive Rückmeldung auf unseren vorigen Newsletter erhalten und setzen die Diskussion über Trägheitsverluste fort, nun beim Rudern auf dem Wasser. Wir nutzten ein ähnliches Modell: Die Trägheitsverluste sind gleich dem Betrag kinetischer Energie, die aufgebracht werden muß, um das Boot und den Rudererschwerpunkt (CM) bis zur maximalen Geschwindigkeit während des Durchzuges und Vorrollens zu beschleunigen. Wir berücksichtigen nicht die Energie, die zur Verzögerung gebraucht wird, weil sie teilweise als elastische Energie gespeichert und in Vortriebsleistung im Endzug recycelt werden kann (RBN 2006/10). Hier nutzten wir einen Referenzrahmen, der sich mit einer konstanten Geschwindigkeit, gleich der Durchschnittsgeschwindigkeit des Ruderer-Boot-Systems während des Schlagzyklus bewegt. Fig.1 zeigt die Geschwindigkeiten des Rudererschwerpunktes, des Bootes und des gesamten Systems in diesem Referenzrahmen:



Im Gegensatz zum Ergometerrudern beschleunigt sich das gesamte System während des Durchzuges und verzögert sich während des Vorrollens. Ein Ruderer kann die Betonung entweder auf die Beschleunigung seines Schwerpunktes legen, indem er stärker auf das Stemmbrett tritt und mehr die Beine benutzt, oder mehr auf die Beschleunigung des Bootes, indem er stärker an den Griffen zieht und den Oberkörper einsetzt. Zum Vergleich der Trägheitseffizienz dieser beiden Ruderstile zeigt Fig.2 zwei Datenmessungen (zwei M1x bei 41 spm) zusammen mit Strichfiguren vom Video:

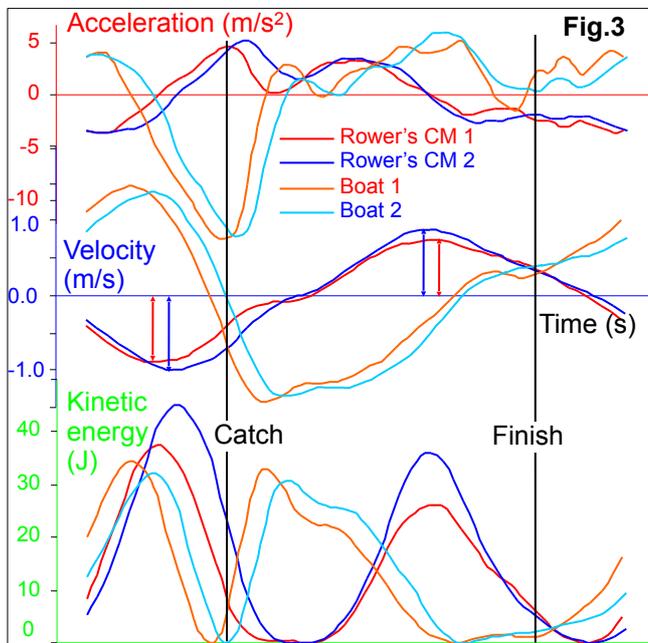


Beim Fassen wächst die Beingschwindigkeit von Skuller 1 schneller an, früher als die Griffgeschwindigkeit. Skuller 2 nimmt den Oberkörper für denselben Zweck: die initiale Beschleunigung beim Eintauchen des Blattes.

In der Mitte des Durchzuges und im Endzug nutzt Skuller 1 seinen Oberkörper aktiver und kehrt ihn früher um (negative Oberkörpergeschwindigkeit) indem er schnell mit den Armen zieht.

Fig. 3 zeigt die Beschleunigung, Geschwindigkeit und kinetische Energie des Bootes (gemessen) und des Rudererschwerpunktes CM (berechnet nach der Methode aus (1)) für diese beiden Skuller.

In der Auslage entwickelte Skuller 1 beide Beschleunigungen (Boot und CM) früher, was zu einer geringeren negativen Geschwindigkeit seines CM führte. Während des Durchzuges hat die maximale positive Geschwindigkeit seines CM auch eine geringere Größe wegen des aktiveren Einsatzes seines Oberkörpers in diesem Moment. Im Ergebnis sind die Peaks seiner kinetischen Energie und deshalb auch seine Trägheitsverluste geringer als bei Skuller 2.



Im Ergebnis war die Geschwindigkeit von Skuller 2, bei gleicher Durchschnittskraft und selbst höherer Kraft pro Kilogramm Körpergewicht, um 8,3% langsamer als Skuller 1 (30 sec auf 2000m, was aber auch vom Wetter und eines um 8 Grad kürzeren Ruderschlages beeinflusst gewesen sein kann).

Einige Rudertrainer glauben immer noch, daß das Ziel einer effektiven Rudertechnik in einer möglichst gleichmäßigen Bootsgeschwindigkeit liegt, unter Vermeidung des „Ruckens“ des Bootes. Wie auch immer, es scheint, daß eine möglichst gleichmäßige Geschwindigkeit des Rudererschwerpunktes effizienter und wichtiger ist.

Referenzen

1. Kleshnev V. 2010. Boat acceleration, temporal structure of the stroke cycle, and effectiveness in rowing. Journal of Sports Engineering and Technology, 224, 1, pp.63-74

Contact Us:

©2010: Dr. Valery Kleshnev, www.biorow.com

Die Tabelle unten zeigt die Beträge der kinetischen Energie des Bootes, des Ruderer CM, Trägheitsverluste und Effizienz (das Verhältnis der Ruderleistung zu seiner Summe mit den Trägheitsverlusten).

Ruderer	Ruderer Trägheit			Trägheit des Bootes			Gesamt	
	Ekin Vorrollen (J)	Ekin Durchzug (J)	Trägheitsleistung (W)	Ekin Vorrollen (J)	Ekin Durchzug (J)	Trägheitsleistung (W)	Gesamt Trägheitsverluste (W)	Trägheitseffizienz (%)
1	37.4	26.2	44.2	34.6	33.0	47.0	91.1	88.0%
2	45.1	36.1	56.1	32.1	30.5	43.2	99.3	86.3%

Skuller 2 muß 9% mehr Leistung aufbringen, um die Trägheit seines CM zu überwinden, obwohl er 3kg leichter ist als Skuller 1. Die Trägheitseffizienz ist 1.7% geringer, was allein schon die Geschwindigkeit um 0,43% oder um 1,7 sec über ein 2000m Rennen verlangsamen würde. Das ist aber nicht das einzige Problem, welches der Ruderstil von Skuller 2 erzeugt: er macht auch das Fassen viel ineffektiver (RBN 2006/07, 09), nutzt die Muskel-Antagonisten ineffektiv (RBN 2008/07) und erzeugt eine Unterbrechung, eine Delle in der Kraftkurve (Fig.4):

