

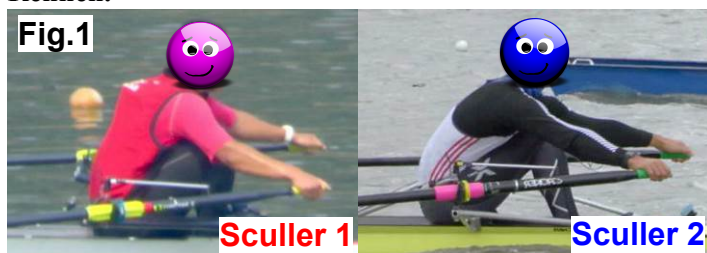
Vorrollphase und Bootsgeschwindigkeitseffizienz

Diskussionen über den Rhythmus beim Vorrollen gibt es viele in der Literatur und auch in den Ruderforen. Es wird argumentiert, daß eine „ordentliche“ Vorrollbewegung des Ruderers die Bootsgeschwindigkeit weniger schwanken läßt und damit Effizienz und Leistung erhöht. Die Theorie dahinter hat ihren Ursprung in einem Artikel von Sanderson und Martindale (1) aus dem Jahre 1986, wo sie schlußfolgerten: „...die maximale kinetische Energie von Ruderer und Boot relativ zum Schwerpunkt des Ruderer-Boot-Systems kann reduziert werden, indem man den ersten Teil des Vorrollens beschleunigt, dann in der Mitte des Vorrollens verlangsamt und dann zum Ende des Vorrollens hin wieder beschleunigt.“ Diese Hypothese ist bis heute nicht experimentell bestätigt worden.

Die Definition der Bootsform-Geschwindigkeits-Effizienz *Es* wurde in RBN 2015/01 diskutiert. Die Analyse eines riesigen Datensatzes, den wir bei Messungen in Einern erhalten haben (n=2760), verrät, daß *Es* sehr stark von der Schlagfrequenz abhängt ($y = -0.00028x + 0.988$, $r = -0.63$), was 40% von seiner Schwankungen erklärt. Somit vermag eine einfache Korrelation der Variablen ihre gegenseitige Abhängigkeit zur Schlagfrequenz zu reflektieren, nicht aber ihre Beziehungen zueinander. Darum wurden lineare Trends basierend auf schlagfrequenz-abhängigen Variablen erstellt, und ihre Abweichungen vom Trend wurden dann analysiert. Diese wurden dann normalisierte Variablen genannt (z.B. *nEs*).

Um der oberen Hypothese weiter zu folgen, sollten die Form der Kurven von Griff und den Körpersegmenten des Ruderers während des Vorrollens mehr rechteckig sein, d.h. das Verhältnis der Durchschnittsgeschwindigkeit zur maximalen Geschwindigkeit ($R = V_{av}/V_{max}$, welche im vorigen Newsletter analysiert wurde) sollte höher sein. Wie auch immer, die Korrelationen zwischen *nEs* und *R* und deren Geschwindigkeiten während des Vorrollens waren insignifikant ($r < 0.1$), was bedeutet, **verschiedene Rhythmen beim Vorrollen erscheinen ineffektiv auf die Schwankungen der Bootsgeschwindigkeit und Bootsformen-Effizienz** und widerlegt damit die oben angebrachte Hypothese.

Um Faktoren zu finden, die die Bootsformen-Geschwindigkeits-Effizienz beeinflussen, wurden alle 166 biomechanischen Variablen mit *nEs* in Korrelation gebracht, und die Faktoren dann in eine Rangfolge gebracht. Die höchste Korrelation wurde bei der Länge der Beinarbeit gefunden ($r = -0.45$, $y = -0.0218x + 0.011$). Das bedeutet, eine **längere Sitzverschiebung erhöht die Geschwindigkeitsschwankungen und damit Energieverluste, aber der Effekt ist sehr klein: Typischerweise vermindert 1cm mehr Rollsitzebewegung die Effizienz um 0.02% - weniger als 0.1s über ein 2km Rennen.**

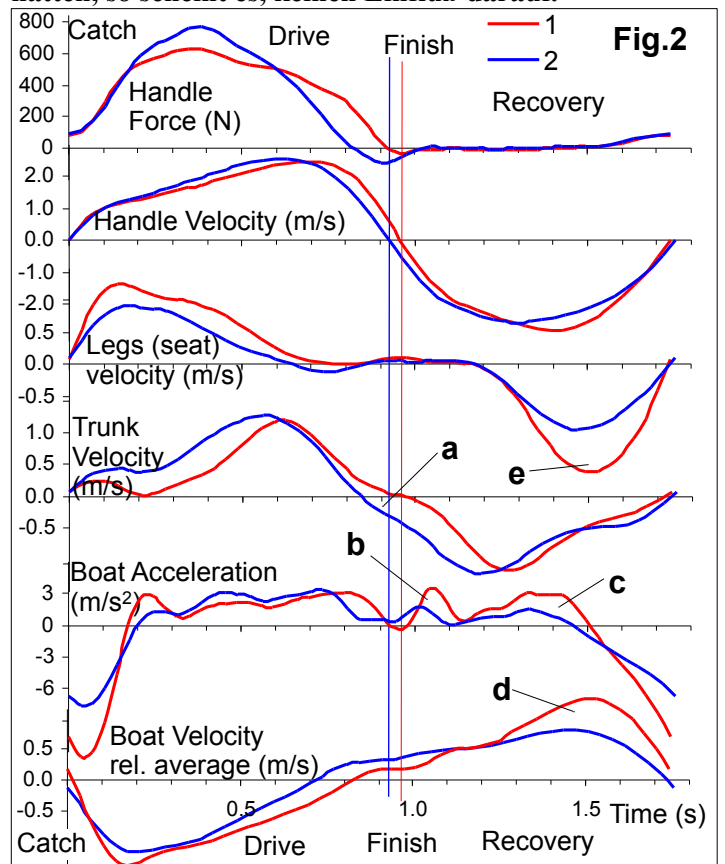


Um diese Befunde zu veranschaulichen, wurden zwei Einerruderer von ähnlichem Niveau, aber verschiedenen Ruderstilen bei Schlagfrequenz 34spm miteinander

verglichen (Fig.1). Skuller 1 (1.93m, 98kg) hat einen viel weiteren Rollweg mit 56cm (Tabelle 1) und seine Technik kann als „Adam-Stil“ klassifiziert werden (RBN 2006/03). Skuller 2 (1.96m, 95kg) repräsentiert einen übertriebenen „DDR-Stil“ und hat nur einen Rollweg von 35cm bei einer ähnlichen Schlaglänge. Beim Vergleich der hauptsächlich biomechanischen Variablen (Fig.2) zeigt sich, daß Skuller 2 auch eine bessere Endzugtechnik hat: er ändert am Ende des Durchzuges etwas früher die Oberkörperbewegung (a), („Endzug durch die Griffe“) („Finish through the handle“ RBN 2006/10), was weniger Bootsbeschleunigung zu Beginn des Vorrollens erzeugt (b).

Sculler	Zeit über 2km (m:s)	Schlaglänge (Grad)	Durchschnittl. Kraft (N)	Ruderleistung (W)	Beinarbeit (m)	Bootsgeschwindigkeits Schwankung (%)	Form Effizienz (%)	Fass (Catch) Faktor (ms)	Rowing Style Faktor (%)
1	7:24.7	106.0	412	399	0.56	18.2	97.0	-4.8	99.7
2	7:06.3	105.0	398	413	0.35	13.8	98.2	-16.0	71.5

Den höchsten Peak bei der Bootsbeschleunigung (c) und Geschwindigkeit (d) während des Vorrollens standen in Verbindung mit einer viel höheren Bein (Rollsitz)-Geschwindigkeit (e) bei Skuller 1 wegen seiner längeren Rollsitzebewegung. Das erhöht die Schwankungen in der Bootsgeschwindigkeit und reduziert die Bootsformen-Effizienz. Im Endergebnis hat Skuller 2 eine um 4.4% geringere Variation in den Schwankungen der Bootsgeschwindigkeit, und damit war seine Bootsformen-Effizienz um 1.2% höher, was einen Vorteil von etwa 5s bei einem 2k Rennen für ihn bedeutet. Tatsächlich aber war Skuller 2 um 18s schneller (wenngleich unter anderen Wetterbedingungen). **Nur die Schlagfrequenz und die Länge der Rollsitzebewegung beeinflussen die Geschwindigkeitsschwankungen des Bootes und die Effizienz; andere Charakteristika der Vorrollphase hatten, so scheint es, keinen Einfluß darauf.**



Diese Befunde bestätigen Volker Nolte's (2) viertes biomechanisches Prinzip: **“Die Verschiebung des Schwerpunktes (d.h., die Verschiebung des Rollsitzen - VK) in der horizontalen Ebene sollte bei gleichbleibender Schlaglänge minimiert werden. Es sollte keine Zeit verloren werden mit Stopps oder Pausen”**.

Heißt das nun, daß Rudern mit halber Rolle vorzuziehen ist ? Selbstverständlich nicht, weil es die Leistungserbringung und durchschnittliche Bootsgeschwindigkeit reduzieren würde, weil der Zugewinn nur sehr klein wäre. Wie auch immer, **die Länge der Beinarbeit sollte optimal sein, und exzessiv langer Rollweg könnte kontraproduktiv sein.**

Referenzen

1. Sanderson B., Martindale W. 1986. Towards optimizing rowing technique. *Med. Sci- Sports Exerc*, Vol. 18, No. 4, pp. 454-468.
2. Nolte V. 1991. Introduction to the Biomechanics of Rowing. In: *FISA Coaching Development Programme Course - Level III*. p. 89

©2016 Dr. Valery Kleshnev www.biorow.com