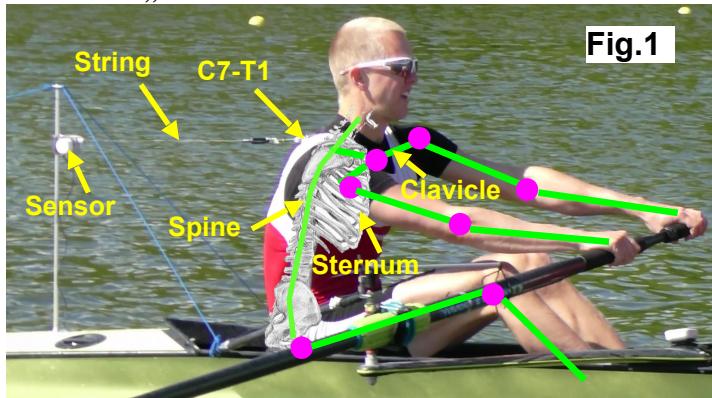


Amplitude und Leistung der Körpersegmente

Mit **BioRow™** System können die Bewegungen des Rollstzes und des oberen Teils des Oberkörpers mit Band-(String-)sensoren im Einer, Doppelzweier und Zweier-ohne gemessen werden (bei großen Booten nur die Sitzbewegung). Für die Messungen des Oberkörpers wird der Sensor an einen Mast montiert (Fig.1) und mit einem Faden (string) mit dem Oberkörper in Höhe des Gelenkes zwischen Schlüssel- und Brustbein verbunden (zwischen den Wirbeln C7-T1), so mißt der Sensor die Bewegungen der Wirbelsäule und nicht der Schultern. Deshalb sind die Schulterbewegungen in die Armbewegungen eingeschlossen, aber der Einfachheit halber nennen wir es einfach „Arme“.



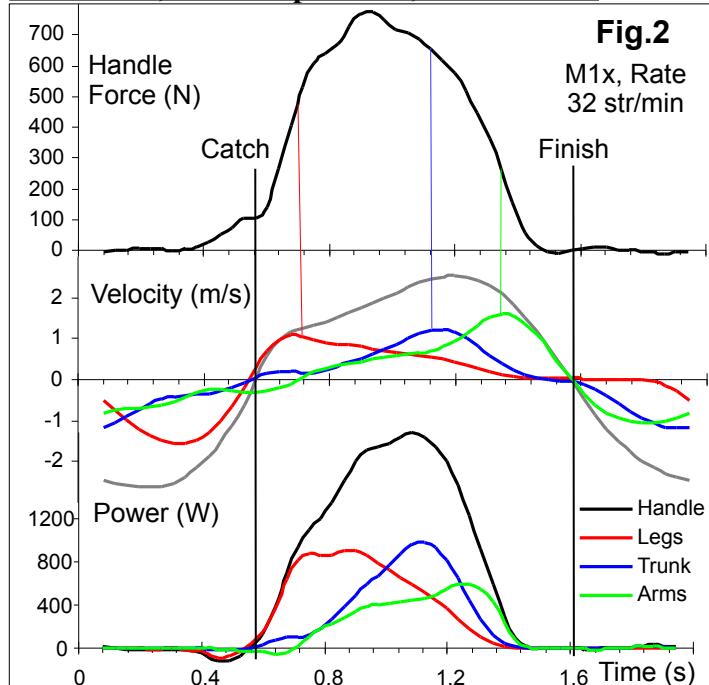
Bei der Amplitude und Geschwindigkeit der Beine V_{legs} wird davon ausgegangen, daß sie gleich der Rollsitzbewegung ist. Die Oberkörpergeschwindigkeit V_{trunk} wurde als die Differenz zwischen oberen Oberkörper V_t und Rollsitzgeschwindigkeit abgeleitet. Die "Arm"-Geschwindigkeit V_{arms} wurde als die Differenz zwischen Griffgeschwindigkeit V_h und V_t abgeleitet. Die Griffgeschwindigkeit V_h wurde von der Ruderwinkelgeschwindigkeit ω und der aktuellen Innenhebellänge L_{inA} abgeleitet:

$$V_h = \omega L_{inA} \quad (1)$$

Die aktuelle Innenhebellänge L_{inA} wurde als normal gemessener Innenhebel plus die Hälfte der Dollenbreite (+2cm) und minus der Hälfte der Grifflänge (-6cm beim Skullen und -15cm beim Riemen) abgeleitet, was dann die Schlaglänge im Skullen und Riemenrudern ähnlich macht: z.B. macht eine Winkelamplitude von 110° bei einem Innenhebel von 88cm ($L_{inA}=0.84m$) beim Skullen und 90° bei 115cm ($L_{inA}=1.02m$) beim Riemenrudern eine ähnliche Bogenlänge von 1,61m. Deshalb sind die Amplituden und Geschwindigkeiten der Griffe und Körpersegmente vom Skullen und Riemenrudern vergleichbar.

Alle drei Körpersegmente tragen nahezu zu gleichen Teilen zur Schlaglänge bei, jedes etwa ein Drittel (RBN 2002/02, die neuesten Daten gibt es hier, n=5437): Beine 33%, Oberkörper 31% und Arme 36%. Wie auch immer, die meiste Bein- und Oberkörperbewegung erfolgt während der ersten zwei Drittel des Durchzuges, wenn die

Kräfte groß sind. Die Arme arbeiten hauptsächlich zum Endzug hin, wo die Kräfte geringer sind (Fig.2). Deshalb sind die durchschnittlichen Anteile von der gesamten Leistungserbringung für die Beine (43%) und Oberkörper (33%) höher, für die Arme jedoch niedriger (24%). Das hängt auch ab vom Rowing Style und der Form der Kraftkurve (RBN 2006/04): aufeinanderfolgende Aktivierung der Segmente und ein Vorderzug-betonter Durchzug erhöht den Beinanteil; simultaner Style und spätes Kraftmaximum erhöht den Armanteil (zusammen mit den Schultern). Der erstgenannte Style ist effektiver, da es bewiesen ist, daß die größeren Muskelgruppen von Beinen und Oberkörper effizienter und leistungsfähiger arbeiten. Deshalb haben bei den weltbesten Ruderern die Segmente der Beine und des Oberkörpers mehr Anteil an der Leistung und die Arme weniger: Beine 43%, Oberkörper 36%, Arme 21%.



Wie können diese instrumentierten Messungen ins Verhältnis zu den Gelenkwinkeln gesetzt werden? Welche können per Video analysiert werden? Wir nutzten Videoaufnahmen von 25 der besten Ruderer in den Kleinbooten während der vergangenen Weltmeisterschaften 2014 in Amsterdam. Dort haben wir dann die Oberkörperwinkel relativ zur vertikalen Achse in der Auslage α_1 und im Endzug α_2 (Fig.3) gemessen.



Man fand heraus, daß der durchschnittliche Oberkörperwinkel in der Auslage α_1 22.5° (± 4.6 , min 12° , max 31°) betrug und α_2 im Endzug waren es 25° (± 6.2 , min 8° , max 35°), so was die gesamte Winkelverschiebung des Oberkörpers im Durchschnitt

47.5° (± 6.5 , min 32° , max 60°). Angenommen, daß die Länge des Oberkörpers von den Hüften bis zu den Schultern (C7-T1) etwa 0.6m beträgt, dann ergibt das eine lineare Verschiebung von etwa 0.50m am oberen Oberkörper, was mit etwa einem Drittel der durchschnittlichen Schlaglänge von 1,52m, telemetrisch gemessen, korrespondiert. So wurde eine gute Übereinstimmung von zwei Methoden gefunden.

Eine längere Amplitude der Oberkörperbewegung erlaubt eine bessere Nutzung der Gesäß- und Ischiocruralen Muskulatur – die zwei größten und stärksten Muskelgruppen, die dabei helfen, die Leistung zu steigern. Das erzeugt wiederum signifikante Bewegungen der schweren Oberkörpermasse, erhöht die Verluste durch Trägheit und vertikale Oszillationen auf das Boot (RBN 2013/10), und damit Bremswiderstand. Deshalb muß die Oberkörperamplitude optimal sein. Die durchschnittlichen Zahlen von den weltbesten Ruderern ($\pm 25^\circ$ von der Vertikalen) können eine gute Orientierungshilfe sein.

Danksagung. Vielen Dank an Tihon Zamotin von der Sankt-Petersburg Sport University für seine Hilfe bei der Video-Analyse.

©2014 Dr. Valery Kleshnev www.biorow.com