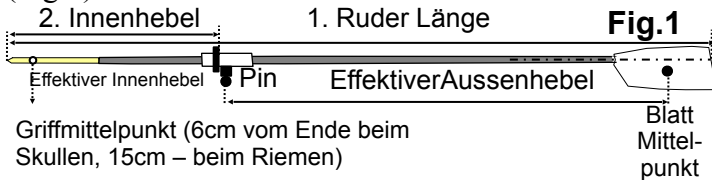


Bestimmung der Ruderleistung

Die Ruderleistung ist der wichtigste Indikator der Leistung in unserem Sport. Neue Erkenntnisse aus unseren Untersuchungen mit verschiedenen Ruderblättern können dabei helfen, eine genauere Berechnung der Ruderleistung und ihrer Rückmeldung darauf anzustellen. Wenn die Kraft F_g an der Dolle gemessen wird, dann wird die Griffkraft F_h abgeleitet als:

$$F_h = F_g L_{out} / L_{oar} = F_g L_{out} / (L_{in} + L_{out}) \quad (1)$$

wobei L_{out} und L_{in} der effektive Außenhebel und Innenhebel sind, und L_{oar} ist ihre Summe - die effektive Ruderlänge. Die effektiven Hebel werden an den Punkten der Kraftanwendung (Griff, Dollenstift und Blatt) gemessen. Früher nahm man an, daß die Kräfte am Mittelpunkt von Griff und Blatt angreifen (Fig.1).



Unsere kürzlich durchgeführten Experimente haben gezeigt, daß die oben gemachte Annahme perfektioniert werden kann, um die Kraft- und Leistungsbeurteilung noch genauer zu machen. Man fand heraus, daß der Punkt der Kraftanwendung (centre of force application (CFA)) an den Griffen leicht dazu tendiert, ein wenig weiter vom Griffende entfernt zu sein als der Griffmittlepunkt (RBN 2020/10-11). Man fand heraus, daß beim Skullen durchschnittlich der CFA etwa 8cm vom Griffende entfernt ist anstatt der früher angenommenen 6cm. Das macht den effektiven Innenhebel kürzer und die Übersetzung schwerer. Dies war wahrscheinlich den Besonderheiten der getesteten Skuller geschuldet, aber basierend auf unseren Beobachtungen tendieren die meisten Skuller dazu, den Griff ein wenig weiter einwärts von seinem Mittlepunkt zu greifen. Somit können 8cm für unsere Berechnungen genutzt werden. Für das Riemenrudern wurden bisher noch keine Daten zum CFA erhoben, somit sollte der bisherige Standard von 15cm weiter genutzt werden.

Der CFA der Dollenkraft liegt fest in der Mitte der Dollenanlagefläche, die 2cm von der Außenseite des Klemmringes liegt, von wo der Innenhebel gemessen wird. Somit sollten 2cm zum effektiven Innenhebel addiert und vom effektiven Außenhebel subtrahiert werden.

Man fand heraus, daß der CFA am Blatt weiter weg ist vom Dollenstift als der geometrische

Blattmittlepunkt, etwa 10-12cm vom äußeren Blattende. Dies macht den effektiven Außenhebel länger und die Übersetzung schwerer. Man fand heraus, daß das mit den gemessenen Kräften definierte Übersetzungsverhältnis ($G_F = F_h / F_{bl}$) um 9-13% schwerer ist als das Übersetzungsverhältnis, welches mit den Hebeln, basierend auf den geometrischen Mittlepunkten, definiert wird ($G_L = L_{out} / L_{in}$) (RBN 2021/10 und Tabelle 1).

Tabelle 1	Innenhebel (cm)	Ruderlänge (cm)	Blattlänge (cm)	Geometrische Übersetzung G_L
Smooth	88	288	45	2.089
Comp	88	288	36	2.143
Fat2	88	282	46	2.012
Kraft Übersetzung G_F	Diff. $G_F - G_L$	R_{g-h} on Geometrie	R_{g-h} on Kraft	Differenz
2.352	12.6%	0.676	0.702	3.80%
2.355	9.9%	0.682	0.702	2.90%
2.281	13.4%	0.668	0.695	4.10%

Die obigen Befunde legen nahe, daß der Umrechnungskoeffizient von Dollen- zu Griffkräften $R_F = F_h / F_g$ höher ist als der frühere, basierend auf der Geometrie des Ruders $R_G = L_{oar} / L_{out}$: um 3.8% für Smoothie Blades, 2.9% für Comps, und 4.1% für Fat2. Das bedeutet, daß **das Ablesen der Leistung bei Systemen mit Dollenkraftmessung im Durchschnitt um 3.6% angehoben werden sollte**. Die folgenden Indikatoren könnten davon betroffen sein: Maximal- und Durchschnittskräfte, Arbeit pro Schlag und Ruderleistung, die proportional höher sein werden. Der „Schlupf“ in der Auslage und das „Auswaschen“ würden mit der obigen Korrektur insignifikant kürzer sein, weil der höher abgelesene Kraftwert das ein wenig schneller macht. Andere Indikatoren (Ruderwinkel, Position des Kraftmaximums) sollten davon nicht betroffen sein.

Es ist wichtig sich immer daran zu erinnern, daß die oben gemachten Schlußfolgerungen nur für das Rudern auf dem Wasser angewandt werden können, und nicht im Ruderbecken oder auf dem Swingulator. Kürzlich wurde ein Artikel veröffentlicht (1), wo verschiedene Ruderelektronik-Systeme in einem Experiment auf dem Swingulator auf ihre Gültigkeit überprüft wurden. In diesem Falle war bei derselben Griffkraft die Dollenkraft nahezu zweimal so hoch als im Boot, weil der Außenhebel beim Swingulator viel kürzer ist (62,5cm) als im Boot (etwa 260cm). Nehmen wir an, daß bei 100 kgF maximaler Griffkraft

die Dollenkraft im Boot etwa 140 kgF beträgt, aber auf dem Swingulator ist sie 270 kgF. Die EmPower Dolle wurde für das Ruderboot entwickelt, gebaut aus leichtem Aluminium, um das Gewicht zu reduzieren. Somit arbeitet der Dollensensor auf dem Swingulator weit außerhalb des Meßbereiches, für den er entwickelt wurde. Die Daten für die Kraft außerhalb des vorgesehenen Meßbereiches könnten einfach fehlen oder nicht-linear und inkorrekt sein, was dann die Ergebnisse der Studie ungültig macht. Andere Systeme, die miteinander verglichen wurden, waren weniger/nicht von den Besonderheiten des Swingulator betroffen, weil sie die Griffkraft am Innenhebel messen (WEBA System).

Dies war nicht der einzige Mangel an der Studie: Die Autoren lassen auch Informationen vermissen, wie sie die Riggereinstellungen bei den untersuchten Systemen konfiguriert haben. Auch war ihre Leistungsberechnung für ihr Referenzsystem zweideutig und inkorrekt: Sämtliche vom Ruderer erzeugte Energie wird durch das Swingulator-Seilsystem auf einen angeschlossenen Ergometer übertragen, somit sind die Berechnungen sehr einfach und unkompliziert - Die Leistung ist das Produkt der gemessenen Kraft multipliziert mit der Geschwindigkeit des Seils. Das Ganze wurde dann mit Justierungen am Dollenwinkel noch verwirrender gemacht. Der Grund dafür ist unklar und eine Erklärung wurde auch nicht gegeben. Die Studie ist ernstlich fehlerhaft und erfordert eine signifikante Überarbeitung der angesprochenen Punkte, damit sie nicht irreführt und elementare wissenschaftliche Kriterien erfüllt.

Referenzen: 1. Holt AC, Hopkins WG, Aughey RJ, Siegel R, Rouillard V and Ball K (2021) Concurrent Validity of Power From Three On-Water Rowing Instrumentation Systems and a Concept2 Ergometer. *Front. Physiol.* 12:758015. doi: 10.3389/fphys.2021.758015.

©2022 Dr. Valery Kleshnev www.biorow.com