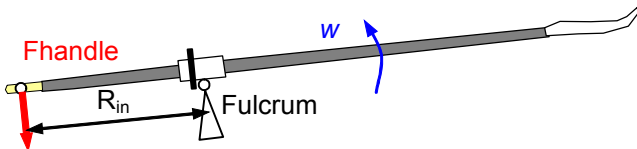


Fakten. Wußtest Du, daß...

✓ ...die Methode zur Berechnung der Leistung im Rudern eine recht komplizierte Sache ist? Das ist aber sehr wichtig, weil die Leistungserbringung die Hauptcharakteristik der Ruderleistung und die Hauptkomponente für die Berechnung der Rudereffizienz ist. Wir können die Leistung im Rudern auf drei verschiedene Weisen berechnen:

1. Die traditionelle Methode der Leistungsberechnung beim Rudern basiert auf der Annahme, daß der Ruderer die Leistung nur auf den Griff anwendet. Das Ruder wirkt wie ein Hebel mit seinem Drehpunkt (fulcrum) am Dollenstift:

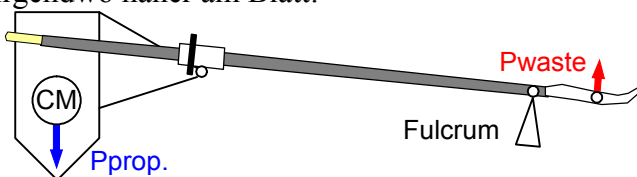


In diesem Fall ist die Leistung gleich dem Produkt vom Drehmoment τ und der Winkelgeschwindigkeit ω , oder dem Produkt von der auf den Griff angewandten Kraft Fh und der linearen Geschwindigkeit des Griffes Vh :

$$P = \tau \omega = (\tau / R_{in}) (\omega R_{in}) = Fh Vh \quad (1)$$

wobei R_{in} die Innenhebellänge ist. Um noch genauer zu sein, ist R_{in} die Strecke vom Dollenstift (+2cm = die Hälfte der Dollenbreite) zur Mitte des Griffes (-6cm für Skullen, -15cm für Riemenrudern).

2. Vortriebsverlust-Leistung. Warum nehmen wir an, daß der Dollenstift der Drehpunkt ist? Tatsächlich bewegt sich der Dollenstift mit dem Boot mit einer unregelmäßigen Beschleunigung. Deshalb ist das Boot kein Trägheits-Referenzrahmen in der Newtonschen Mechanik. Wenn wir als Referenzrahmen die Erde (oder das Wasser) nehmen, dann finden wir den Drehpunkt irgendwo näher am Blatt:



Hier gibt es zwei Komponenten der Leistung: Die Vortriebsleistung P_{prop} auf der Innenseite des Drehpunktes und die Verlustleistung P_{waste} auf der Blattseite. Die Vortriebsleistung ist gleich dem

Skalarprodukt des Kraftvektors, der auf das Ruderer-Boot-System einwirkt F_{prop} und der Geschwindigkeit des Systemschwerpunktes V_{cm} :

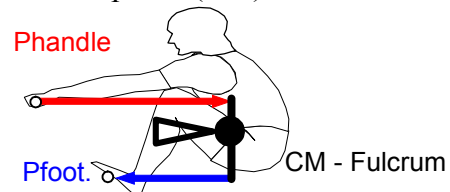
$$P_{prop} = F_{prop} V_{cm} \quad (2)$$

Die Verlustleistung ist gleich dem Skalarprodukt des Blattkraftvektors F_{blade} und der Geschwindigkeit des Druckmittelpunktes auf dem Blatt (Schlupf des Blattes durch das Wasser) V_{slip} .

$$P_{waste} = F_{blade} V_{slip} \quad (3)$$

Diese Methode ist nicht sehr praktikabel, weil die Geschwindigkeit des Systemschwerpunktes V_{cm} nicht akkurat und einfach zu bestimmen ist. Die Position des Druckmittelpunktes auf dem Blatt wird durch die Hydrodynamik auf dem Blatt, von der Bootsgeschwindigkeit und dem Ruderwinkel beeinflusst und kann auch nicht so einfach bestimmt werden.

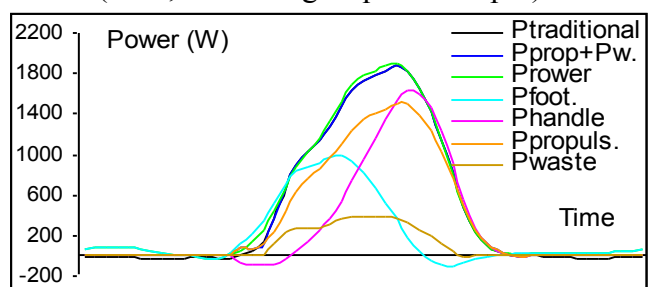
3. Die Rudererleistung. Tatsächlich ist der Ruderer die einzige Quelle für mechanische Energie im Rudern. Der Ruderer wendet Kraft (d.h. Leistung) an nur zwei Punkten an: dem Griff und dem Stembrett. Der Drehpunkt hier ist der Rudererschwerpunkt (CM):



Die Leistung kann berechnet werden als die Summe von Griff- und Stembrettleistung und jede von ihnen ist gleich einem Skalarprodukt von korrespondierenden Kraft- und Geschwindigkeitsvektoren:

$$P = P_h + P_f = F_h V_h + F_f V_f \quad (4)$$

✓ Die Graphen unten zeigen die Leistung und auch ihre Komponenten, die mit allen drei Methoden berechnet wurde: Vortriebs-, Verlust-, Griff- und Stembrettleistungen (M1x, bei Schlagfrequenz 32 spm)



Man kann eine sehr gute Korrespondenz zwischen den traditionellen und den Vortriebs-Verlustleistungskurven sehen. Die durchschnittlichen Ruderleistungen waren $P_1 = 462.9\text{W}$, $P_2 = 465.5\text{W}$ und $P_3 = 494.4\text{W}$. Der Grund für den Unterschied zwischen den ersten beiden und der Ruderleistung ist, daß die letzte die Trägheitskomponente mit enthält, die notwendig ist, um das Boot relativ zum Ruderer zu bewegen. In diesem Fall betragen die Trägheitsverluste 6.4% der Gesamtleistung des Ruderers. Die Vortriebseffizienz des Blattes ist gleich dem Verhältnis von Vortriebs- zur Gesamtleistung, was in diesem Falle 80.4% betrug. Das Verhältnis von Griff- zu Stemmbrettleistung war in diesem Falle 60%/40%. Es hängt von der Form der Kraftkurve ab: Der Stemmbrettanteil steigt an, wenn man den Schwerpunkt der Kraft in die Auslage legt.

Referenzen

Kleshnev V. 2000. Power in rowing. *Proceedings of XVIII Congress of ISBS*, (2) Chinese University of Hong Kong, 662-666

Contact Us:

✉ ©2004 Dr. Valery Kleshnev

kleval@optusnet.com.au (m) +61(0)413 223 290