

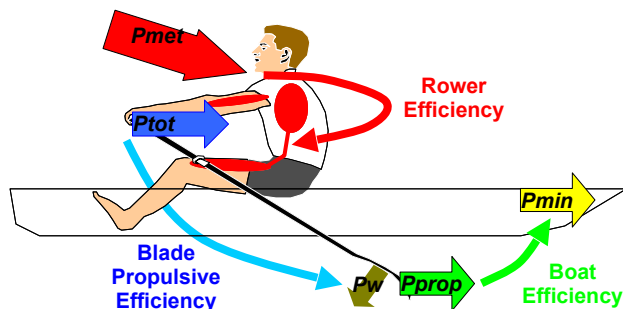
Neuigkeiten

Gratulation an die Britischen Ruderer, die die erfolgreichsten Athleten bei der Olympischen Regatta in Beijing mit dem Gewinn von zwei Gold-, zwei Silber- und zwei Bronzemedailles waren! Sehr gut! Die Australier waren auch erfolgreich mit zwei Gold- und einer Silbermedaille.

Frage&Antwort

F: Uns erreichten mehrere Fragen, die sinngemäß lauten: "Wie kann die Rudereffizienz definiert werden?"

A: Die Standarddefinition für die Effizienz eines jeden Mechanismus ist das Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsleistung (Output/Input): $E = P_{out} / P_{in}$. Beim Rudern können wir die folgende Komponenten-kette, wo die Energie von der vorigen zur nächsten übertragen wird, definieren: Ruderer-Ruder-Boot. Die Abbildung unten veranschaulicht schematisch den Prozess der Energieumwandlung:



Die Effizienz des Ruderers **Erow** kann als das Verhältnis von der gesamten mechanischen Leistung **Ptot**, die an den Griff abgegeben wird (und das Stembrett, RBN 06/2004) zur aufgenommenen metabolischen Leistung **Pmet**, die mit physiologischen Gas-Analyse-Methoden beurteilt werden kann, gemessen werden.

$$E_{row} = P_{tot} / P_{met}$$

Die "delta" Rudereffizienz wurde mit **22.8±2.2%** (mittlere±SD) gemessen (1).

Die Vortriebs-effizienz des Blattes **Ebl** ist das Verhältnis von der Vortriebsleistung am Blatt **Pprop** zur **Ptot** (RBN 12/2007). **Pprop** kann als eine Differenz zwischen **Ptot** und Verlustleistung **Pw**, die in die Wasserbewegung geht, berechnet werden:

$$E_{bl} = P_{prop} / P_{tot} = (P_{tot} - P_w) / P_{tot}$$

Wir bestimmten **Ebl** als gleich **78.5%±3.1%** (2) für einen Einer, der eine hohe SD (Standardabweichung) durch Schwankungen beim Wetter hat.

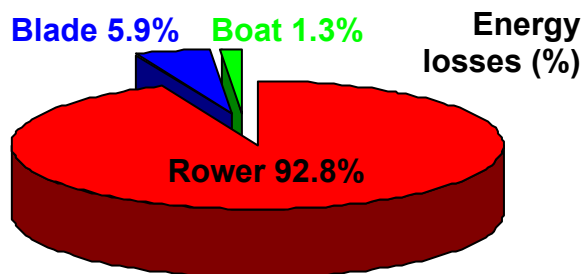
Die Bootseffizienz **Eboat** kann wie folgt definiert werden (RBN 2003/12):

$$E_{boat} = P_{min} / P_{prop}$$

wobei **Pmin** die minimale Leistung darstellt, die zum Vorwärtstreiben von Ruderer und Boot bei einer konstanten, der durchschnittlichen Bootsgeschwindigkeit gleichen, Geschwindigkeit erforderlich ist. Wir berechneten **Eboat** lediglich mit der Schwankung der Bootsgeschwindigkeit und fanden heraus, daß sie gleich **93.8±0.8%** ist (2) (tatsächlich wird sie noch von anderen Faktoren beeinflusst, wie z.B. vertikale Oszillationen des Bootskörpers, aber das

ist bei **Pmin** eingeschlossen). Die Standardabweichung von **Eboat** ist recht klein und wird hauptsächlich von der Schlagfrequenz beeinflusst.

Sehr interessant ist die Abschätzung der Energieverluste, die von jeder einzelnen der Effizienz-Komponenten oben verursacht wird. Laßt uns einen Einerruderer annehmen, der mit 5,06m/s (6:35 für 2000m) rudert, so können wir **Ptot** mit etwa 544W (RBN 08/2007) abschätzen. In diesem Falle muß **Pmet** etwa 2386W betragen, was 7.1 l/min O₂ (Aufnahme + Sauerstoffschuld) erfordert. **Pprop** ist in diesem Falle 427W und **Pmin** beträgt 400W. Wir können die absoluten Energieverluste durch Subtraktion eines jeden Wertes von seinem vorigen in der Kette berechnen. Dann können wir die Verluste anteilig bestimmen, indem wir die drei absoluten Werte durch ihre Summe teilen:



In dem Diagramm oben kann man erkennen, daß die meisten Energieverluste, 92,8%, innerhalb des Rudererkörpers entstehen. Der Blattschlupf trägt 5,9% bei und die Geschwindigkeitsschwankungen lediglich 1,3%. Diese Zahlen legen nahe, daß sich die größten Möglichkeiten zur Leistungsverbesserung im Körper des Ruderers befinden.

Offensichtlich kann keine Komponente eine Effizienz von 100% haben. Wie auch immer, wir können die Standardabweichung als ein Maß der Variabilität zwischen Ruderer, Boot und variierenden Bedingungen nutzen, d.h. als ein Maß für das Abändern einer Komponente. Um einen möglichen Zuwachs an Bootsgeschwindigkeit zu modellieren, erhöhen wir die Effizienz einer Komponente um ihre SD. In diesem Falle können wir **12.0s** durch die Verbesserung von **Erow** um 2.2% gewinnen, **4.9s** durch die Verbesserung von **Ebl** um 3.1% und nur **1.1s** durch die Verbesserung von **Eboat** um 0.8%. Außerdem hängt die Variation von **Ebl** und **Eboat** hauptsächlich vom Windwiderstand und der Schlagfrequenz ab, und der Ruderer kann das nicht signifikant verbessern. Das bedeutet, daß wir unsere Aufmerksamkeit auf die Verbesserung der Effizienz des Ruderers richten sollten. Die hängt von vielen Faktoren ab, wie:

- nutzen der leistungsfähigsten Muskelgruppen,
- optimale Muskelkontraktionsgeschwindigkeiten,
- flüssige Bewegungsausführung,
- ordentliche Entspannung der Antagonisten.

Einige dieser Punkte wurden bereits diskutiert, die anderen werden wir später diskutieren.

Referenzen

1. Fukunaga T., Matsuo A., Yamamoto K., Asami T. 1986. Mechanical efficiency in rowing. *European Journal of Applied Physiology*. 55/5, 471-475.
2. Kleshnev V. 1999. Propulsive efficiency of rowing. In: *Proceedings of XVII International Symposium on Biomechanics in Sports*, Perth, 224-228.

Contact Us:

✉ ©2008: Dr. Valery Kleshnev, klevel@btinternet.com, www.biorow.com