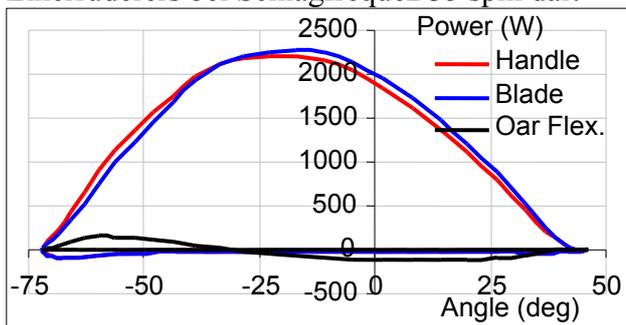


**Frage&Antwort**

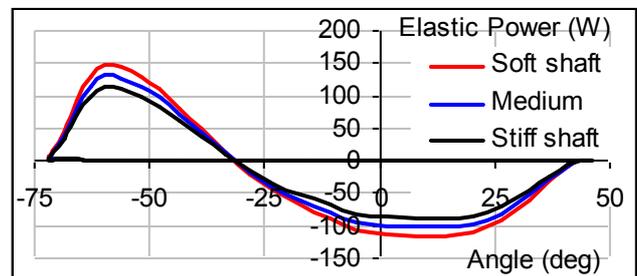
**F:** Bruce Moffatt, ein Rudertrainer des Prince Alfred College, Adelaide, Australien fragt: "Der letzte Newsletter ist sehr interessant, insbesondere die Diskussion über den potentiell ineffizienten Gebrauch der Muskulatur bei großen Auslagewinkeln - statisch oder fast statisch. Ein Faktor, der nicht erwähnt wird, ist die Biegung des Ruderschaftes bei großen Auslagewinkeln, die durch die Muskeln des Ruderers quer gegen das Ruder am Beginn des Durchzuges erzeugt wird. Ich frage mich, ob tatsächlich ein Teil der Energie in der Biegung gespeichert werden kann, um dann im Mittel- und Endzug wieder in Vortriebskraft abgegeben zu werden. Wenn das so ist, dann wäre das ein weiteres Argument dagegen, daß große Energieaufwendungen bei großen Auslagewinkeln nutzlos seien (das heißt im Umkehrschluß, daß hohe Energieaufwendungen bei großen Auslagewinkeln durchaus nützlich sind, Anm. des Übersetzers).

Zugegebenermaßen sind die Distanzen bei der Biegung recht klein, aber die Kräfte können durchaus groß sein und können in einer Art „Peitscheneffekt“ resultieren, wenn der Ruderer zum Ende des Durchzuges die Energieaufwendungen reduziert. Was glaubst Du, gibt es da einen signifikanten Effekt? Wird die potentielle Energie, die im Ruderschaft gespeichert ist, später im Ruderschlag zurückgegeben?"

**A:** Grundsätzlich stimmen wir in allen Punkten, die Bruce zum Ausdruck gebracht hat, überein. In einem unserer ersten Newsletter 05/2001 haben wir kurz erwähnt, daß „die Biegung des Ruderschaftes bis zu 10 Grad betragen kann... und bis zu 25% der Rudererleistung über die ersten 15-20cm des Durchzuges aufnehmen kann“. Jetzt werden wir es etwas detaillierter diskutieren. Das Diagramm unten stellt die Kraftkurven eines Einerruders bei Schlagfrequenz 35 spm dar:



Die rote Linie repräsentiert die Leistung, die an den Griff abgegeben wird (das Produkt von Griffkraft und Geschwindigkeit). Am Beginn des Durchzuges steigt die Kraft an, der Ruderschaft biegt sich und ein Teil der Griffleistung wird in elastischer Energie im Ruderschaft gespeichert (schwarze Linie). Deshalb ist die Leistung, die ans Blatt abgegeben wird (blaue Linie), geringer als die Griffleistung. Wenn die Griffkraft beginnt kleiner zu werden, dann federt der Ruderschaft zurück und gibt Energie an das System zurück. Die Blattleistung wird größer als die Griffleistung. Das folgende Diagramm stellt die Unterschiede der Speicherung der elastischen Energie zwischen weichen, mittleren und steifen Schäften (1) bei gleicher Kurve für die Griffkraft dar. Der steife Schaft speichert und gibt etwa 26 Joule Energie ab; der mittlere Schaft 30 Joule (15% mehr); der weiche Schaft 34 Joule (30% mehr). Die Gesamtarbeit pro Ruderschlag war bei diesem Ruderer 1022 Joule, somit reichte der Anteil der elastischen Energie von 2,5% bis 3,3% (steifer und weicher Schaft).



Diese Werte sehen nicht sehr groß aus. Wie auch immer, bei einem Ruderwinkel von 34 Grad, da, wo das Kraftmaximum erreicht wird und die gespeicherte elastische Energie maximal ist, beträgt die Höhe 6,4% bis 8,4% der bis zu diesem Zeitpunkt vom Ruderer erzeugten Energie. Bei einem Ruderwinkel von etwa 60 Grad (wenn der Kraftgradient und die elastische Leistung maximal sind) reicht der Anteil der elastischen Energie von 19,6% bis 25,5%, was unsere frühere Aussage bestätigt. Die maximale Biegung des Ruderschaftes, die in der Mitte der Griffe gemessen wurde, reicht bei der maximalen Kraft von 450 N an jedem Griff von 5,8 cm bis 7,6 cm (steifer und weicher Schaft).

Der Großteil der elastischen Energie wird bei Ruderwinkeln, die größer als 50 Grad sind, gespeichert. Dort ist das Übersetzungsverhältnis etwa 4 (RBN 03/2007). Der Rückfluß der

elastischen Energie erfolgt hauptsächlich dann, wenn sich das Ruder nahe der rechtwinkligen Position zum Boot befindet und das Übersetzungsverhältnis etwa 2 beträgt. Das bedeutet eine höhere Beschleunigung des Ruderer-Boot-Systems und eine höhere Effektivität („Peitscheneffekt“). Der Ruderschaft federt nicht nur am Blatt zurück, sondern auch in der Mitte, wo er den Dollenstift vorwärts drückt, das Boot beschleunigt und den „Trampolin-Effekt“ auf das Stembrett erzeugt (RBN 02/2006). **Ein frühes Kraftmaximum und ein optimales Timing des Durchzuges sind für den effektiven Nutzen der elastischen Energie des Ruders wichtig** (RBN 01-02/2004).

Während der letzten Weltmeisterschaften in München waren die Bronzemedallengewinnerin im W1x, Michelle Guerette aus den USA und die Weltmeister im 2- aus Australien zwei sehr offensichtliche Beispiele, die die Rudertechnik mit dem frühen Kraftmaximum praktizierten.

**Referenzen:**

1. Concept2: Scull Shaft Construction and Stiffness.  
<http://www.concept2.com/us/products/oars/sculls/shaft.asp>

**Contact Us:**

✉ ©2007 Dr. Valery Kleshnev, EIS, Bisham Abbey  
[www.biorow.com](http://www.biorow.com) e-mail: [kleval@btinternet.com](mailto:kleval@btinternet.com)