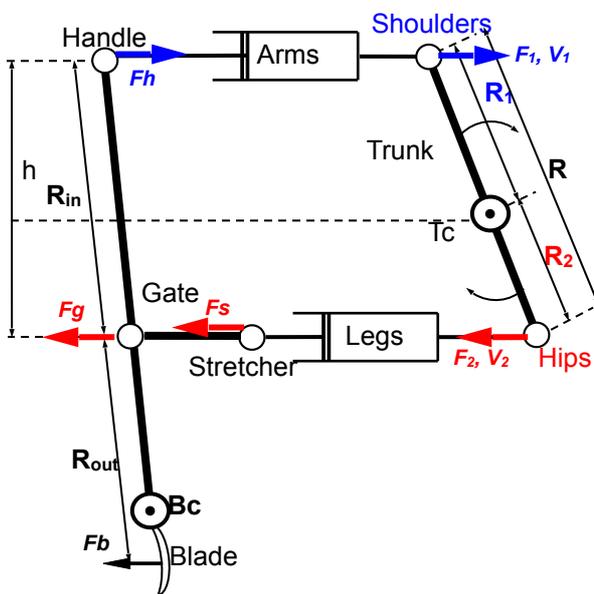


## Ideen. Was wäre, wenn...

Wir erhielten mehrere Erwidernungen zu unserem vorigen Newsletter. Es wurde dort unsere Hypothese über das Drehmoment der Kräfte relativ zum Hüftgelenk in Frage gestellt. Wir stimmen dem zu, daß es nicht korrekt war, das Drehmoment nur von den horizontalen Komponenten der Kräfte abzuleiten. Hier versuchen wir nun, die Sache aus einem anderen Blickwinkel zu analysieren.

Es bleibt die Frage: Wie schafft es der Ruderer, das Verhältnis der Kräfte, die er auf die Griffe und das Stembrett ausübt, zu variieren? Diese Frage hat Auswirkungen für die Ableitung der Oberkörperleistung (1, RBN 2004/06) und weiter, für den Ruderstil (RBN 2006/05). Das folgende vereinfachte Modell kann als Weiterentwicklung des Dal-Monte und Komor Models betrachtet werden (2).



Ein Kritikpunkt war die Annahme, daß das Hüftgelenk der Drehpunkt für die Oberkörperrotation sei. Tatsächlich aber sind die Hüften nicht fixiert, sondern bewegen sich zusammen mit dem Boot und dem Rollsit. Deshalb kann die Leistung, die vom Oberkörper erzeugt wird, durch beide Enden (Schultern und Hüfte), und weiter durch die Griffe und das Stembrett übertragen werden (RBN 12/2008). In RBN 06/2004 äußerten wir den Gedanken, daß der Drehpunkt der Oberkörperrotation der Masseschwerpunkt (CM) des Ruderers sei. Wie dem auch sei, dafür gibt es keine mechanische Begründung, und der Drehpunkt kann einfach als ein virtueller Punkt **Tc** betrachtet werden. Ganz ähnlich dazu kann der Drehpunkt der Rotation des Ruders als ein virtueller Punkt **Bc** auf dem Ruderschaft betrachtet werden, dessen Position vom Verhältnis der Bootsgeschwindigkeit und der

Geschwindigkeit des Blattschlupfes im Wasser abhängt.

Die Position des Drehpunktes im Oberkörper **Tc** wird durch das Verhältnis der Hebel **R1** und **R2** definiert. Das ist schwierig mit den Geschwindigkeiten von Schultern und Hüfte zu bestimmen (ähnlich wie der Drehpunkt am Blatt), weil sie von der Wahl des Koordinatensystems abhängen. Deshalb entschieden wir uns, das Verhältnis der Kräfte heranzuziehen, in der Annahme, daß sie proportional zu ihren Geschwindigkeiten sind. Laßt uns unter Vernachlässigung der Trägheit von Armen, Beinen und Boot annehmen, daß  $F_1 = Fh$  und  $F_2 = Fs = Fg$ .

Deshalb ist:

$$R_1 / R_2 = F_2 / F_1 = Fs / Fh = Fg / Fh = k$$

(1)

Für ein Boot ist der Koeffizient **k** durch das Verhältnis von der aktuellen Ruderlänge **Loar = Rin + Rout** zum aktuellen Außenhebel **Rout** bestimmt:

$$k = (Rin + Rout) / Rout \sim 1.44$$

(2)

Wenn das Verhältnis **R1/R2** in Prozentzahlen ausgedrückt wird, dann entspricht das für ein Boot in etwa 59/41. Für einen Ergometer gilt, wenn wir wieder die Trägheitskräfte außer Acht lassen, **R1/R2 = 50/50**. Die Höhe Stembrett/Griff **h** wird in gleiche Teile unterteilt, somit ergibt die Differenz von 9% bei  $h = 22\text{cm}$  der Position des Drehpunktes des Oberkörpers auf dem Ergometer um 2cm höher als im Boot.

Müssen wir wirklich die Stembretthöhe anpassen, um dieser Differenz entgegenzukommen? Das ist wegen des virtuellen Charakters des Oberkörperdrehpunktes recht unwahrscheinlich. Muskeln erzeugen immer ein Drehmoment um Gelenke herum, und auch eine geometrische Rotation kann um einen virtuellen Punkt auftreten, weil die Gelenke sich selbst ja auch bewegen.

Wie können wir die Oberkörperleistung **Pt** von den gemessenen Griff- und Stembrettkräften (**Fh**, **Fs**) und die lineare Geschwindigkeit **Vt** zwischen Hüfte und Schultern ableiten? Die genaue Beantwortung dieser Frage ist sehr schwierig und wir wären froh, wenn eine bessere Methode gefunden würde. Zur Zeit wenden wir folgende Logik an: Die berechnete Kraft und Leistung, die vom Oberkörper erzeugt wird, hängt vom ausgewählten Referenzpunkt ab. Wenn die Hüfte als Drehpunkt genommen wird, dann ist  $Pt_1 = Vt \cdot Fh$ , wenn die Schultern genommen werden, dann ist

$Pt_2 = Vt.Fs$  , was etwa 1,44 mal höhere Leistung ergibt. Da der Drehpunkt zwischen diesen beiden Punkten verortet ist, wird die vom Oberkörper erzeugte Kraft als ein Durchschnitt von Griffkraft ( $Fh$ ) und Stemmbrettkraft ( $Fs$ ) abgeschätzt, ausgewogen in den oben festgesetzten Proportionen, somit ist:

$$Pt \sim Vt (0.59 Fh + 0.41 Fs) \quad (3)$$

Was könnte die praktische Bedeutung dieser Analyse eines der schwierigsten Gebiete der Ruder-Biomechanik sein? Die folgende sehr einfache Idee kann für die Trainer sehr nützlich sein: **im Boot sollte der Oberkörper nicht nur „durch die Griffe“ arbeiten, sondern auch „durch das Stemmbrett“.** Die Leistung, die durch das Stemmbrett übertragen wird, kann nicht nur von den Beinen erzeugt werden, sondern auch vom Oberkörper. Auf einem stationären Ergometer hat der Ruderer keine Wahl und muß die Leistung ausschließlich durch das obere Ende des Oberkörpers anbringen, d.h. durch Schultern und Griff.

#### ***References***

1. Kleshnev V., 2000, Power in Rowing. XVIII Symposium of ISBS, Proceedings, Hong-Kong, p. 96-99.
2. Dal Monte A., Komor A. 1989. Rowing and sculling mechanics. Biomechanics of Sport. p. 54-119

#### ***Contact Us:***

✉ ©2009: Dr. Valery Kleshnev,  
[kleva1@btinternet.com](mailto:kleva1@btinternet.com) , [www.biorow.com](http://www.biorow.com)