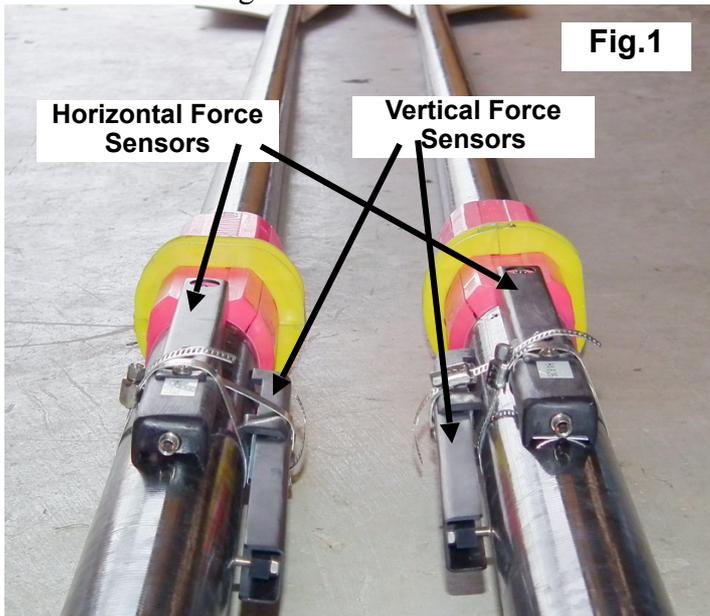
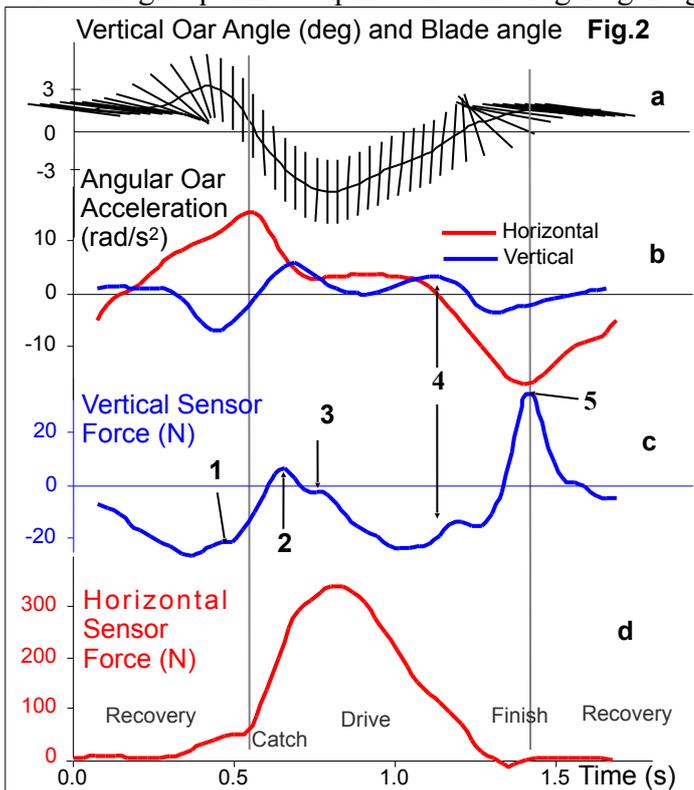


Vertikale Griffkraft

Letztes Jahr haben wir eine Pilotstudie über die vertikalen Kräfte am Ruder mit unserem **BioRowTel** System durchgeführt, und nun werden wir die Ergebnisse diskutieren. Die vertikale Griffkraft wurde mit den selben Sensoren gemessen, wie die für die horizontalen Kräfte, die am Ruderschaft in 90° zueinander angebracht waren (Fig.1). Diese beiden Sensoren waren in zwei rechtwinklig zueinander liegenden Ebenen positioniert und maßen die Durchbiegung des Ruders in horizontaler und vertikaler Richtung.



Die Daten des Backbordskulls eines Einerruders bei Schlagfrequenz 36spm wird in Fig.2 gezeigt.



Da das Ruder während des Schlagzyklus auf- und abgedreht wird, ändert sich die Orientierung der Sensoren relativ zum Horizont. Deshalb wurde das Rollen des Ruders mit einem **BioRow 7D** Sensor gemessen (RBN 2012/10), und somit konnte die Orientierung von Blatt und Sensoren bestimmt werden (Fig.2, a). Die Winkelbeschleunigungen am Ruder (Fig.2, b) wurden mittels doppelter Unterscheidung des Ruderwinkels in der horizontalen und vertikalen Ebene abgeleitet, die mit dem **BioRow 2D** Ruderwinkelsensor gemessen wurden. Wenn das Blatt in der Luft ist und die Kräfte darauf unerheblich sind, dann hängen die Griffkraft F_h und die Winkelbeschleunigung a in jeder Ebene wie folgt zusammen:

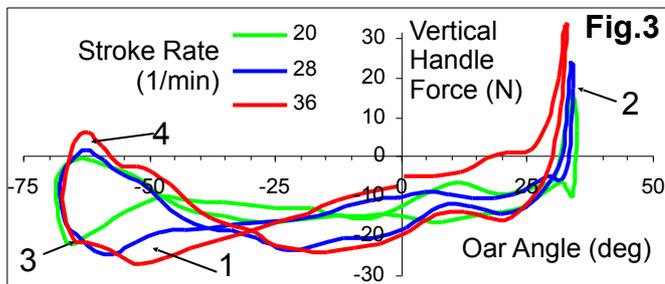
$$F_h = I a / Lin.a \quad (1)$$

wobei I das Trägheitsmoment des Ruders relativ zum Drehmittelpunkt des Dollenstiftes ist, $Lin.a$ ist der aktuelle Innenhebel vom Dollenstift zur Mitte des Griffes. In dieser Studie und in vorigen Laborstudien wurde bei Messungen für I 3.4-3.6 kg·m² für ein Skull und 6.6-7.0 kg·m² für einen Riemen gefunden.

Vor dem Fassen, wenn das Blatt bereits aufgedreht ist aber immer noch in der Luft (Fig.2, 1), wendet der Ruderer etwa 20N (2kgF) negativer (aufwärts) vertikaler Griffkraft auf, um das Blatt ins Wasser einzutauchen. Wenn das Blatt ins Wasser eintaucht, wird die vertikale Kraft leicht positiv (2), was bedeutet, daß der Ruderer den Griff leicht nach unten zieht, um das Blatt nicht noch tiefer einzutauchen. Bei der tiefsten Blattposition ist die vertikale Kraft ganz nahe null, was bedeutet, der Ruderer zieht horizontal (3).

Es ist interessant, daß während der zweiten Hälfte des Durchzuges (4) die vertikale Griffkraft wieder einen negativen Wert von etwa -20N hat, aber die vertikale Ruderbeschleunigung positiv wird. Das bedeutet, daß der Ruderer den Griff leicht nach oben zieht und versucht, das Blatt im Wasser zu halten, aber es bewegt sich aus dem Wasser heraus. Diese Tatsache kann nur mit der aufwärts gerichteten Kraft am Blatt erklärt werden, die mit dem positiven Anlagewinkel am Blatt (+6°) zusammenhängt. Bei ~200N horizontaler Griffkraft erzeugt er ~20N vertikale Kraft ($\sin(6^\circ)=0.1$). Im Endzug (5) ist das Blatt bereits abgedreht, somit hängt die vom Sensor positiv gemessene Kraft mit der horizontalen Beschleunigung des Ruders zusammen.

Bei höheren Schlagfrequenzen (Fig.3), wurden höhere negative Kräfte während des Vorrollens (1) und im Endzug (2) gemessen, was mit höheren horizontalen Beschleunigungen erklärt wird. Der aufwärts gerichtete Kick des Griffes vor dem Fassen bleibt nahezu gleich (3), aber die positive Blattkraft nach dem Fassen erhöht sich (4).



Schlußfolgerung: **Die vertikalen Kräfte am Griff sind recht klein und noch kleiner am Blatt (etwa 10N ~ 1kgF), und somit tragen sie nicht wirklich zu den vertikalen Bewegungen des Ruderer-Boot-Systems bei.**

Ein signifikanter Teil der Griffkraft ist vertikal gerichtet: von 7% bei einem Anlagewinkel von 4° bis zu 14% bei 8°.

Variabler (lateraler) Anlagewinkel kann empfohlen werden, um die vertikalen Kräfte zu minimieren und den Weg des Blattes im Wasser horizontaler zu machen. (RBN 2010/09)

©2013: Dr. Valery Kleshnev www.biorow.com