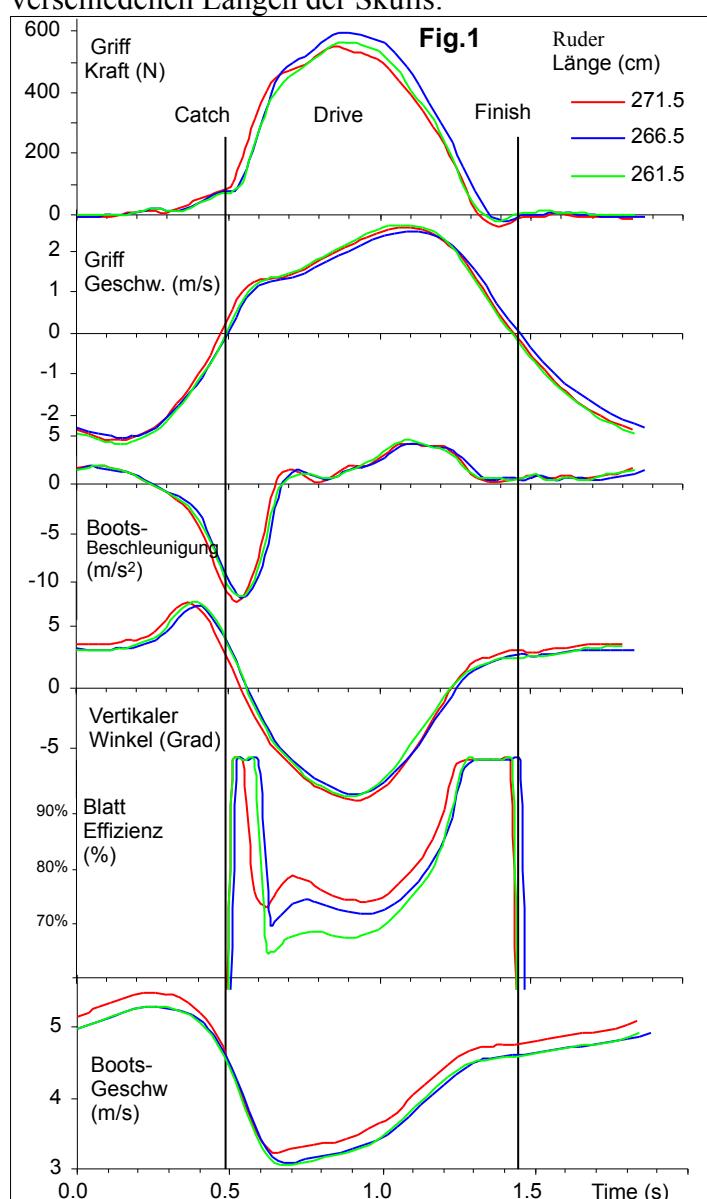


## Fakten. Wussten Sie schon, dass...

...die Veränderung der Ruderlänge die Ruder-Biomechanik nicht dramatisch beeinflusst? Vor Kurzem wurde ein Experiment mit zwei Einerruderern durchgeführt, die mit drei Paaren Skulls, alle von Concept2 mit Vortex-Smoothie-Blatt, aber mit verschiedenen Längen ruderten. Die Längen waren: 271,5cm, 266,5cm und 261,5cm. Der Innenhebel war bei allen Paaren auf 86,5cm eingestellt. Bei jeder Meßfahrt wurden je 20 Ruderschläge mit den Schlagfrequenzen 20, 24, 28 und 32 spm und einmal mit maximaler Frequenz gerudert.

The Fig.1 zeigt den Vergleich der biomechanischen Hauptvariablen eines Skullers bei 32 spm mit den verschiedenen Längen der Skulls:



Einige Schwankungen bei der Kraftanwendung sind bemerkbar, aber in der Mehrzahl sind die Variablen bei den verschiedenen Einstellungen recht ähnlich. Die Bootsbeschleunigung war mit den kürzesten Skulls in der Mitte des Durchzuges leicht höher, dafür etwas niedriger in der ersten Hälfte des Durchzuges. Die höchste durchschnittliche

Bootsgeschwindigkeit bei den längsten Skulls hing mit dem leichten Schiebewind zusammen. Der größte Unterschied wurde bei der Blatteffizienz gefunden, die sich signifikant mit der Ruderlänge reduziert, insbesondere in der ersten Hälfte des Durchzuges.

Tabelle 1 repräsentiert die durchschnittlichen Werte der wichtigsten biomechanischen Variablen der beiden Skulter bei allen Schlagfrequenzen:

| Biomechanische Variable                       | Ruderlänge (cm) |       |       |
|---|-----------------|-------|-------|
|   | 271.5           | 266.5 | 261.5 |
| Übersetzung                                   | 1.976           | 1.915 | 1.855 |
| durchschnittliche Schlagfrequenz (1/min)      | 28.2            | 30.7  | 31.5  |
| Durchzugszeit (s)                             | 1.051           | 0.966 | 0.930 |
| Winkel (Grad)                                 | 108.5           | 107.9 | 111.8 |
| Effektiver Winkel (%)                         | 74.7%           | 76.5% | 77.7% |
| Blatt Effizienz (%)                           | 78.5%           | 77.2% | 73.7% |
| Max. Griff Geschwindigkeit (m/s)              | 2.35            | 2.52  | 2.71  |
| Durchschnittliche Griff Geschwindigkeit (m/s) | 1.52            | 1.64  | 1.77  |
| Max.Kraft (N)                                 | 574             | 629   | 616   |
| Durchschnittliche Kraft (N)                   | 336.8           | 368.7 | 370.5 |
| Max.Kraft Position (% Winkel)                 | 33.3%           | 35.3% | 35.5% |
| Arbeit pro Schlag (J)                         | 618.6           | 663.5 | 694.0 |
| Ruderleistung $P$ (W)                         | 299.0           | 349.0 | 375.9 |
| Vortriebsleistung $P_{prop}$ (W)              | 234.6           | 269.6 | 277.2 |
| Bootsgeschwindigkeit $V$ (m/s)                | 4.17            | 4.32  | 4.38  |
| Drag Faktor = $P_{prop} / V^3$                | 3.25            | 3.34  | 3.30  |
| Gesamt Drag Faktor = $P / V^3$                | 4.14            | 4.32  | 4.48  |
| Griff Drag Faktor $HDF$                       | 81.6            | 75.8  | 64.5  |

Kürzere Skulls erlauben eine höhere Griffgeschwindigkeit, was zu kürzerer Durchzugszeit bei leicht größerem Ruderwinkel und deshalb auch höherer Schlagfrequenz und Ruderleistung führt. Wie auch immer, ein kürzerer Außenhebel bei gleichem Innenhebel erleichtert die Übersetzung um etwa 12%, was bedeutet, daß die Blattkraft bei gleicher Griffkraft größer wurde. Höhere Blattkraft bei gleicher Blattfläche erhöht den Wasserdruck pro Quadratzentimeter und deshalb auch den Blattschlupf durch das Wasser. Deshalb erschien die Blatteffizienz bei der leichteren Übersetzung auch geringer und die Ruderer mußten mehr Energie für die Wasserbewegung am Blatt aufbringen.

Wie auch immer, die leichtere Übersetzung erlaubte den Ruderern auch schnellere Bewegungen, und so konnten sie mehr Leistung erbringen (siehe das Hill-Gesetz in RBN 2007/09). Der HDF Faktor (RBN 2011/01) zeigt, daß die „Schwere“ bei den kürzesten

Skulls ähnlich war, als würde man in einem Doppelvierer rudern oder auf dem Concept2 Ergometer mit Luftklappenöffnung 1. Die mittlere Skulllänge von 266,5cm war ähnlich dem Rudern im Doppelzweier oder Ergometer mit Luftklappe 2, und war für den hier getesteten Ruderer optimal, was auch mit den Ergebnissen korrespondierte, die sich aus unseren Riggertabellen ergaben (<http://biorow.com/Rig-Chart.aspx> ).

**Schlußfolgerung:**

- Die Veränderung der Ruderlänge in recht weitem Ausmaß beeinflusst die Kräfte, Leistung und Bootsgeschwindigkeit nicht signifikant. Somit sollten Ruderer und Trainer davon nicht zu sehr abgeschreckt werden.
- Kürzere Ruder und leichtere Übersetzung erlauben einen schnelleren Durchzug und deshalb eine höhere Schlagfrequenz, aber die Blatteffizienz verringert sich.
- Ein optimales Übersetzungsverhältnis ist die Balance zwischen der Ruderer- und Blatteffizienz und hängt von den Abmessungen des Ruderers und der Bootsgeschwindigkeit ab.

©2011: Dr. Volker Nolte, Dr. Valery Kleshnev