

Neue Forschungen

Vor Kurzem haben wir eine Studie mit folgender Hypothese durchgeführt: **Können Ruderer von geringerer Körperhöhe wirklich vom Gebrauch kürzerer Ruder profitieren?** Vier Leichtgewichts-Einerruderer (Körperhöhe 1.68-1.84m, Körpergewicht 55-73kg) führten je vier Testfahrten mit verschiedenen Bootseinstellungen durch (Ruderlänge/Innenhebel/Dollenabstand): Einstellung1 289/89/159 cm, Einstellung2 279/86/153, Einstellung3 269/82.5/147 und Einstellung4 259/79/141, somit wurde das aktuelle Übersetzungsverhältnis (RBN 2006/11) grob konstant bei 2.07-2.08 gehalten. Jede Teststrecke war 1km lang und die Schlagfrequenz erhöhte sich alle 250m (20, 24, 28 und 32 spm). Das Bootsmaterial bestand aus je einem WinTech Club Racer Boot und vier Paaren Concept2 Smoothie2 Vortex Skulls zusammen mit dem BioRowTel System (1), um die folgenden Daten zu sammeln:

- Bootsgeschwindigkeit, Beschleunigung, Rollen und Stampfen,
- Horizontale und vertikale Ruderwinkel,
- Kräfte an den Griffen und Dollen (normal und axial),
- Positionen von Rollsitze und Oberkörper,
- Windgeschwindigkeit und -richtung.

Wie erwartet, ermöglicht der Gebrauch kürzerer Skulls größere Winkel: Das Verkürzen der Innenhebel erweiterte den Gesamtwinkel um 12Grad, während sich der Winkelbogen am Griff um 3cm verkürzte. Die Tabellen 1 und 2 präsentieren die Daten für alle Athleten.

Tabelle 1	Durchzugszeit (s)	Auslage (Grad)	Endzug (Grad)	Gesamtwinkel (Grad)	Bogenlänge(m)
Rig 1	1.093	-64.4	44.2	108.7	1.612
Rig 2	1.118	-64.7	47.3	111.9	1.602
Rig 3	1.145	-70.7	44.9	115.6	1.584
Rig 4	1.198	-73.6	47.3	120.9	1.582

Die Vergrößerung der Winkel geschah hauptsächlich durch einen weiteren Auslagewinkel (9 Grad im Durchschnitt), wobei Werte von mehr als 80 Grad bei den größten Ruderern aufgezeichnet wurden. Weitere Auslagewinkel vergrößern das aktuelle Übersetzungsverhältnis (RBN 2007/03), ergaben eine um 10% längere Durchzugszeit und ähnlich langsamere Griffgeschwindigkeit (Table 2).

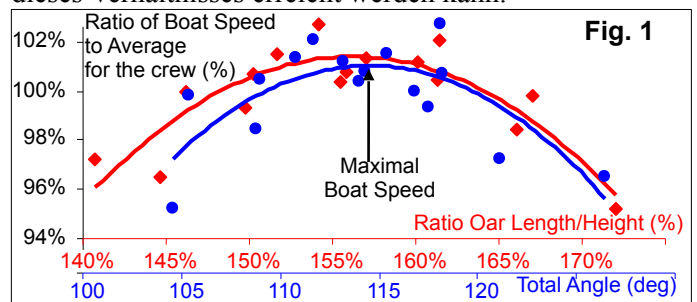
Tabelle 2	Durchschnittl. Griffgeschw. (m/s)	Durchschnittl. Kraft (N)	Ruder Leistung (W)	Boots Geschw. (m/s)	Blatt Effizienz (%)
Rig 1	1.49	285.2	249.7	3.85	74.3%
Rig 2	1.44	272.1	233.8	3.79	75.3%
Rig 3	1.39	278.0	233.1	3.80	75.5%
Rig 4	1.33	275.6	223.2	3.73	76.3%

Die durchschnittlichen Kräfte waren bei allen Bootseinstellungen recht ähnlich (3% Differenz), aber die geringere Griffgeschwindigkeit verursachte proportional 10% weniger Leistung. Dies resultierte in einer um 3,5%

geringeren Bootsgeschwindigkeit, selbst, obwohl die Blatteffizienz bei den kürzesten Skulls um 2% größer war.

Um die optimale Bootseinstellung herauszufinden, wurde die Bootsgeschwindigkeit um die Windrichtung und -geschwindigkeit korrigiert (RBN 2009/12) und dann eine prognostische Bootsgeschwindigkeit für absolut ruhige Bedingungen abgeleitet. Dann wurden die Verhältnisse der prognostischen Geschwindigkeit in jeder Testfahrt zum Durchschnitt des Ruderers in allen vier Testfahrten abgeleitet. Dazu können zwei Methoden zur Anwendung kommen:

1. Das Verhältnis von Ruderlänge zur Körperhöhe des Athleten wurde zur Bootsgeschwindigkeit ins Verhältnis gesetzt und eine Trendkurve in Form eines Polynoms zweiter Ordnung hinzugefügt (Fig 1, rote Linie). Man fand heraus, daß die maximale Bootsgeschwindigkeit bei 157% dieses Verhältnisses erreicht werden kann.



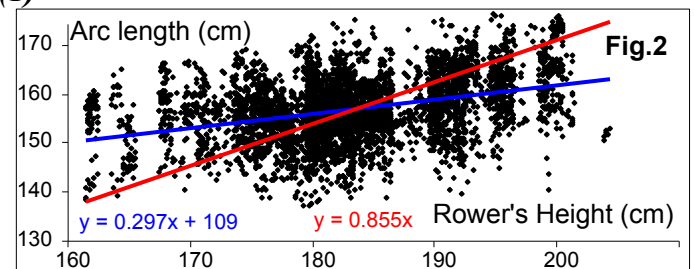
Diese Methode führt uns zu sehr radikalen Riggerdimensionen:

Körperhöhe (cm)	160	170	180	190	200
Ruderlänge (cm)	250	265	281	296	312
Innenhebel (cm)	77	82	86	91	96
Dollenabstand (cm)	137	146	156	165	175

2. Bei einer ähnlichen Analyse fand man heraus, daß die maximale Bootsgeschwindigkeit bei einem Gesamtruderwinkel von $A=114$ Grad erreicht wird. Mit unserer Datenbank ($n=4600$) wurde das Verhältnis von der Bogenlänge *Larc* zur Körperhöhe des Ruderers mit einem linearen Trend berechnet (Fig.2, blaue Linie) und dann wurde der aktuelle Innenhebel *Linb.a* mit folgender Gleichung abgeleitet:

$$Linb.a = (180 / \pi) * (Larc / A)$$

(1)



Die Ruderlänge und der Dollenabstand wurden mit dem obigen Übersetzungsverhältnis abgeleitet, was uns zu realistischeren Dimensionen führte:

Körperhöhe (cm)	160	170	180	190	200
Bogenlänge (cm)	157	160	163	166	169
Ruderlänge (cm)	272	277	281	286	291
Innnenhebel (cm)	83.0	84.5	86.0	87.5	89.0
Dollenabstand (cm)	149	152	155	158	161

Der genutzte lineare Trend $y=0.297x+109$ bedeutet, daß jeder zusätzliche cm Körperhöhe den Winkelbogen lediglich um 0,3cm vergrößert und der Bogen eine Länge von 109 cm bei Körperhöhe null hat. Wenn wir eine Bogenlänge von null bei einer Körperhöhe null annehmen, und die Gleichung $y=0.855x$ (Fig.2 rote Linie) anwenden, dann sind die Bootseinstellungen ähnlich der radikalen Methode 1.

Schlußfolgerungen:

- **Ein Gesamtwinkel von 114 Grad (Auslage 68-70 Grad, Endzug 44-46 Grad) scheint optimal für das Erreichen der maximalen Bootsgeschwindigkeit beim Skullen zu sein.**
- **Die Bootseinstellungen sollten basierend auf der Körperhöhe des Ruderers und der aktuellen Bogenlänge eingestellt werden, um den optimalen Ruderwinkel zu erlangen (2).**

Danksagung:

Vielen Dank an Terry O'Neill von Concept2 UK und WinTech Racing boats für die freundliche Unterstützung bei dieser Studie und an Stephen Aitken von der Brunel University für die Hilfe.

Referenzen

1. BioRowTel system www.biorow.com/PS_tel.htm
 2. Rigging Chart <http://www.biorow.com/RigChart.aspx>
- ©2011: Dr. Valery Kleshnev, www.biorow.com