

Biomechanische Auswertung von Booten und Rudern

“Welche Boote und welche Ruder sind schneller?”

Fragen wie diese werden sehr oft von Ruderern und Trainern mit der Absicht gestellt die Leistungen ihrer Mannschaften zu verbessern. Normalerweise sind die Unterschiede sehr gering und einfache Teststrecken können sie nicht aufdecken, weil sie von den wesentlich signifikanteren Effekten wie der Variation in Kraftabgabe im Ruderschlag oder auch dem Wetter verdeckt werden. Der Kraft- und Leistungsfaktor kann mit Meßeinrichtungen kontrolliert werden, und ein Ruderbecken kann den Wetterfaktor vermeiden (RBN 2015/04). Eine alternative Methode ist eine Teststrecke, wo beide Boote direkt nebeneinander rudern und so die Windbedingungen für beide Boote die selben sind.

Zwei Mittelgewichts-Doppelvierer: Ein Hudson Super Predator – 2016 für 75-88kg und WinTech Cobra – 2015 für 80-90kg, beide mit Bugflügelausleger, wurden mit BioRowTel Systemen ausgerüstet, die Ruderwinkel, Innenhebelkraft, Rollsitzebewegungen, Bootsgeschwindigkeit, Bootsbeschleunigungen und 3D-Rotationen messen. Zwei Sätze Skulls wurden ausgerüstet und gebraucht: WinTech RDS und Concept2 normaler Schaft, beide mit “Smoothie” Plattform.



Zwei Junioren-Mannschaften ruderten in diesen Booten: **A Crew** (durchschnittliche Körperhöhe 1.86m, Körpergewicht 81kg), und **B Crew** (1.88m, 78kg). Es wurden vier Strecken zu je 1000 Meter bis zur Ausbelastung nebeneinander gerudert. Dabei wurden alle möglichen Kombinationen von Mannschaft-Boot-Skulls ausprobiert:

Trial N	Crew A	Crew B
1	WinTech - RDS	Hudson – C2
2	Hudson – C2	WinTech - RDS
3	Hudson - RDS	WinTech – C2
4	WinTech – C2	Hudson - RDS

Diese Methode erlaubt die separate Auswertung der einzelnen Effekte von 1) die Bootsform, 2) Skulls und 3) Mannschaftsleistung. Die Wetterbedingungen waren gut und stabil (+16°C, seitlicher Schiebewind 2-3m/s).

Bootsgeschwindigkeit (m/s)		Skulls		
Boot	Crew	C2	RDS	Total
Hudson	A	5.473	5.409	5.441
	B	5.414	5.330	5.372
Hudson Total		5.443	5.370	5.407
WinTech	A	5.412	5.634	5.523
	B	5.409	5.363	5.386
WinTech Total		5.410	5.498	5.454

Die durchschnittliche Bootsgeschwindigkeit war im WinTech Boot 0.88% als im Hudson Boot, und 0.13% schneller mit RDS Skulls als mit C2 Skulls. Obwohl die Schlagfrequenzen in allen Teststrecken sehr ähnlich waren, war die gemessene Ruderleistung im WinTech Boot um 1,4% höher als im Hudson Boot, und 1.7% höher mit RDS als mit C2 Skulls. Das bedeutet, daß **die Ruderer besser mit dem WinTech Boot und RDS Skulls zurechtkamen.**

Leistung pro Ruderer (W)		Skulls		
Boot	Crew	C2	RDS	Total
Hudson	A	319.3	326.8	323.1
	B	309.3	310.1	309.7
Hudson Total		314.3	318.5	316.4
WinTech	A	320.3	348.8	334.5
	B	315.0	299.4	307.2
WinTech Total		317.6	324.1	320.9

Gross und Net Drag Faktor (**DFg** und **DFn**) wurden mit der in RBN 2015/04 beschriebenen Methode berechnet, die sich als verlässlich und valide erwiesen hat.

Gross DF		Skulls		
Boot	Crew	C2	RDS	Total
Hudson	A	7.780	8.249	8.015
	B	7.795	8.180	7.988
Hudson Total		7.788	8.215	8.001
WinTech	A	8.067	7.782	7.925
	B	7.949	7.747	7.848
WinTech Total		8.008	7.765	7.886
Grand Total		7.898	7.990	7.944

Es wurde gefunden, daß der **Gross DF im WinTech Boot um 1,45% geringer war, was einer um 0.48% höheren Bootsgeschwindigkeit bei gleicher Ruderleistung entspricht: bei den gegebenen 320W Leistung (6m über 2k), würde das WinTech Boot einen Vorteil von 1.77s über dem Hudson Boot haben.** Ähnliche Ergebnisse erhielt man beim Net DF: 1.46% geringerer **DFn** im WinTech Boot, was einen Gewinn von 1.68s über ein 2km Rennen ergibt. Der Durchschnittliche **DFg** der **A Crew** war 0.65% höher als bei der **B Crew**, was das um 3.8% höhere Durchschnittsgewicht der **A Crew** adäquat wiedergibt (RBN 2007/07).

Das gemessene Gieren und Stampfen (RBN 2012/03) war in beiden Booten sehr ähnlich, aber **die Winkelamplitude war 7.3% geringer im WinTech Boot** (0.92 Grad) verglichen mit dem Hudson Boot (0.99 Grad). Diese Tatsache war umso überraschender, weil die Form des Hudson Bootes wesentlich “voller/voluminöser” aussieht an den Enden als das WinTech Boot, was das Stampfen während des Ruderschlages verringern sollte.

Trotz des geringeren Schaftdurchmessers der In RDS Skulls (24mm beim Blatt) verglichen mit den C2 Skulls (34mm), zeigten die RDS Skulls einen leicht höheren durchschnittlichen *DF*. Mit dem WinTech Boot hatten die RDS Skulls geringeren *DF*, aber im Hudson Boot hatten sie einen significant höheren *DF*, was mit Unterschieden in der Bootsriggerung in Verbindung gebracht werden kann. Der Schiebewind während der Testfahrten hat den Windwiderstand verringert und kann dadurch den Vorteil der dünneren Schäfte von den RDS Skulls verringert haben.

Jedes Skull war mit dem BioRowTel System kalibriert (jedes Skull war mit einer Kraftmesseinrichtung ausgerüstet), so daß wir ständig Informationen erhalten, die uns bei der Frage nach der Steifheit der Schäfte Antworten liefern. Normalerweise denkt man, daß dünnere Schäfte flexibler sind, aber in diesem Experiment wurde gefunden, daß im Durchschnitt die **RDS Skull 8.1% steifer waren als die Standard Concept2 Skull Schäfte.**

Danksagung: Vielen Dank an OarSport UK für die Bereitstellung des Materials und an die Maidenhead RC Junioren Mannschaft für die Teilnahme an diesem Experiment.

©2017 Dr. Valery Kleshnev www.biorow.com