

Griff Drag Faktor

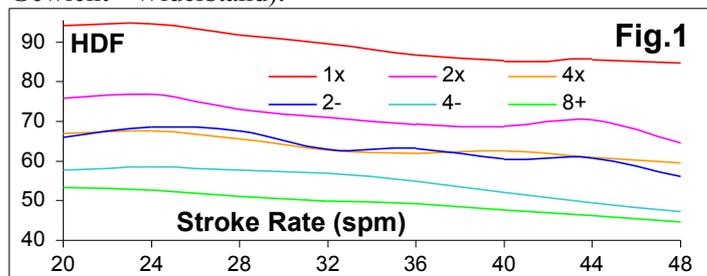
Im RBN 01/2011 wurde der Griff Drag Faktor **HDF** als ein Maß für die „Schwere“ des Ruderns eingeführt - eine Art „Belastungsfaktor“. Hier ist eine weitere Analyse dieses Indikators, um ihn für Ruderer und Trainer verständlicher und vertrauter zu machen. **HDF** ist definiert als das Verhältnis der Ruderleistung **P** zur durchschnittlichen Griffgeschwindigkeit während des Durchzuges $V_{h.av}$ hoch drei:

$$HDF = P / V_{h.av}^3 = P / (L / T_d)^3 \quad (1)$$

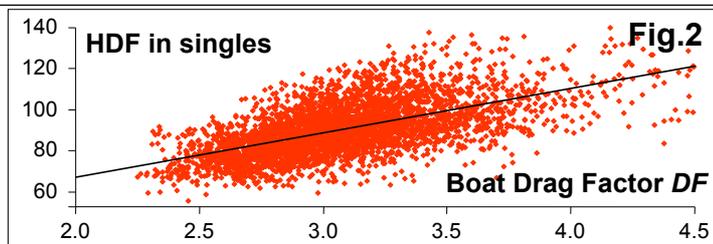
wobei **L** die Länge der Winkelkurve von der Griffmitte ist und **T_d** ist die Durchzugszeit. Je höher **HDF** ist, desto "schwerer" fühlt sich das Rudern an: Es ist also mehr Ruderleistung notwendig, um die gleiche durchschnittliche Griffgeschwindigkeit zu erreichen, oder die durchschnittliche Griffgeschwindigkeit ist bei gleicher Leistung geringer.

Tabelle 1. Durchschnittl. HDF	n	HDF	±SD
1x	3832	90.7	13.5
2x	4960	72.0	11.4
4x	3220	63.8	10.2
Skullen	12012	75.8	16.0
2-	1492	64.6	10.3
4-	4390	55.8	10.4
8+	10338	50.3	8.5
Riemen	16220	53.1	10.2

HDF variiert signifikant zwischen den einzelnen Bootsklassen (Tabelle 1 zeigt die Durchschnitte von n=28232 *BioRow* Messungen): Bei den Skullbooten war es 50% schwerer als wie bei Riemenbooten (wegen des längeren Auslagewinkels und der größeren Gesamtfläche der Blätter), und es war schwerer für kleinere Boote als für die größeren (mehr Widerstand pro Ruderer). Männer hatten etwa einen um 15% höheren **HDF** als Frauen, und das aus demselben Grund (längerer Auslagewinkel und höheres Gewicht - Widerstand).



In allen Bootsklassen wird **HDF** „leichter“ bei höheren Schlagfrequenzen (Fig.1): Das hat wahrscheinlich mit den kürzeren Auslagewinkeln bei höheren Schlagfrequenzen zu tun (siehe unten). Ruderer, die ähnliche Ruderwinkel bei allen Schlagfrequenzen beibehalten, haben nicht so große Variation beim **HDF**.



Was sind die Hauptfaktoren, die **HDF** beeinflussen? Obwohl er über die verschiedenen Bootsklassen hinweg signifikant variiert, haben wir in diesem Newsletter nur die einer analysiert. Die höchste Korrelation mit dem **HDF** wurde beim Boots Drag Faktor **DF** (r=0.61) gefunden, was verständlich ist: höherer externer Widerstand (Wetterbedingungen, oder schwerere Mannschaft) erfordert mehr Leistung, um den Griff mit der selben Geschwindigkeit zu ziehen oder der Griff ist langsamer bei der selben Leistung. Aus diesem Grunde zeigte **HDF** eine positive Korrelation mit dem Mannschaftsgewicht (r=0.53). Um den Effekt des Drag Faktors zu eliminieren und weitere Beziehungen von **HDF** mit anderen Variablen zu finden, wurde die Trendgleichung **HDF(DF)** abgeleitet (Fig.2) und die Abweichungen von jedem Datenpunkt **dHDF** vom Trend wurden gefunden. Die Korrelationen von 200 biomechanischen Variablen mit **dHDF** wurden in eine Rangfolge gebracht, und signifikante Beziehungen wurden mit den absoluten Leistungsindikatoren gefunden: Arbeit pro Ruderschlag (r=0.52), Maximalkraft (r=0.47) und durchschnittliche Kraft (r=0.45), aber es ist auch wahrscheinlich, daß wegen der gegenseitigen Korrelationen mit anderen Variablen auch die Ruderergröße den Drag Faktor beeinflusst. **Größere Ruderer erzeugen höhere Leistung und haben damit einen höheren Drag Faktor und somit höheren HDF.**

Die Korrelation von dHDF mit dem Auslagewinkel war größer als die mit der Übersetzung von Innen- und Außenhebel (r=0.47 und r=0.29: je weiter der Auslagewinkel oder je härter das Verhältnis von Innen- zu Außenhebel, desto höher HDF). Bei den Endzugwinkeln gab es eine kleine negative Korrelation (r=-0.15, längerer Endzug – geringerer HDF), die mit der sehr verbreiteten „künstlichen Länge“ im Endzug in Verbindung stehen kann: wenn der Ruderer seine Durchzugsbewegung beibehält, obwohl die Blätter bereits aus dem Wasser raus sind, dann wird keine Kraft und Leistung mehr erzeugt. Aber die Griffgeschwindigkeit wird beibehalten, somit ist **HDF** „leichter“. Die Korrelation mit dem Verhältnis von Innen- und Außenhebel wurde nur durch die Länge des Außenhebels beeinflusst (r=0.28), aber nicht vom Innenhebel (r=0.02). Basierend auf den korrespondierenden Trends, **vergrößerte jedes Grad mehr Auslagewinkel und jeder Zentimeter längerer Außenhebel den HDF um etwa 1,5 Einheiten.**

Die oben gemachten Beobachtungen wurden experimentell mit Messungen von technischen Übungen bestätigt: Der gleiche Ruderer hatte mit dem selben Boot und Skulls und Wetterbedingungen einen sehr schweren

HDF von 140+ bei der technischen Übung "nur Fassen mit Druckaufnahme" ("catch only") mit einem weiten Auslagewinkel von 70+ Grad, aber einen um zweimal leichteren **HDF** von 60-70 mit der technischen Übung „Rudern mit viertel Rollschiene“ bei 45-50 Grad Auslagewinkel.

Einige sehr interessante Ergebnisse ergab die Analyse der Leistungsverteilung während des Durchzuges: Die Leistungserbringung im ersten Drittel des Durchzuges macht **HDF** leichter ($r=-0.47$), aber mehr Leistung während des letzten Drittels macht ihn schwerer ($r=0.57$). Dies wurde mit der positiven Korrelation mit der Position der Kraftspitze ($r=0.22$) und Kraftgradient bei der Druckaufnahme bestätigt: Je später die Kraftspitze, desto schwerer der **HDF**. Die Gründe für dieses Phänomen sind noch nicht ganz klar, aber die Daten besagen, daß **ein vorderzugbetonter Durchzug sich schneller und leichter anfühlt; infolgedessen macht mehr Leistung zum Endzug hin den Durchzug schwerer**. Die Blatteffizienz hat eine moderate positive Korrelation mit **dHDF** ($r=0.26$, das effizientere Blatt im Wasser fühlt sich schwerer an), die Korrelation mit dem Fass-(Catch) Faktor war recht klein ($r=0.11$): das „Fassen durch das Stemmbrett“ macht **HDF** ein wenig leichter.

Viele Trainer suchen immer noch nach den "magischen Bootseinstellungen" und glauben, daß kleine Veränderungen bei der Ruderlänge einen signifikanten Unterschied machen. Wie auch immer, die Ergebnisse dieser Studie belegen, daß Auslagewinkel und Leistungsabgabe ähnlichen, wenn nicht mehr Effekt auf die Mechanik im Ruderschlag, Ruderergefühl, Durchzugszeit und Schlagfrequenz haben. haben

©2020 Dr. Valery Kleshnev www.biorow.com