

Q&A

In einigen Ruderforen gab es Diskussionen über die Einstellung des Drag Faktors (DF) auf Ergometern, besonders über Unterschiede und Ähnlichkeiten des neuen Concept2 Dynamic Ergometer (DIR) mit dem statischen und dem Ergometer auf Slides. Um eine objektive Analyse der mechanischen Bedingungen und den Gefühlen der Ruderer bereitzustellen, nutzten wir das Konzept des „Griff Drag Faktor“ (**HDF** „Handle Drag Factor“), das ähnlich wie der Boots Drag Faktor abgeleitet werden kann:

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

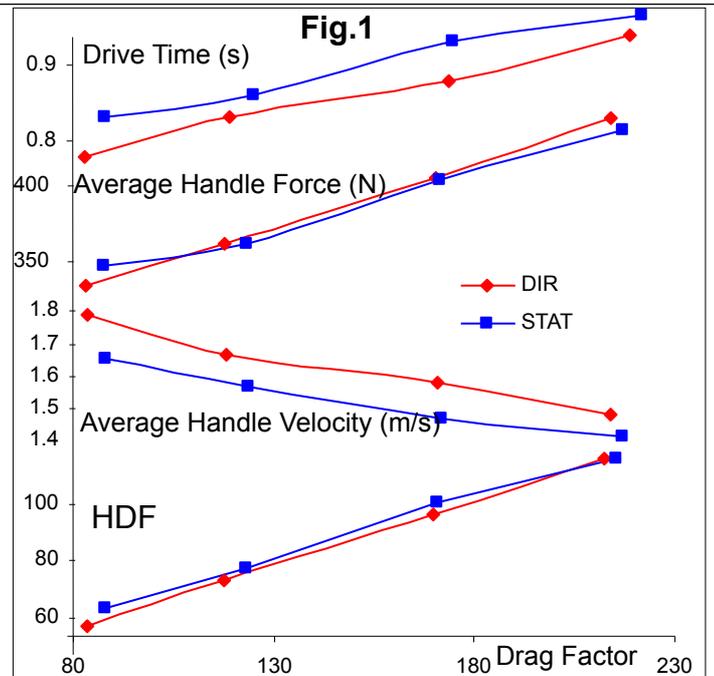
wobei **P** die Ruderleistung ist, **V_{h.av}** ist die durchschnittliche Griffgeschwindigkeit während des Durchzuges, die gleich dem Verhältnis von Durchzugslänge **L** und -zeit **T_d** ist.

Zur Analyse nutzten wir die Daten aus früheren Messungen im Boot und verschiedenen Typen von Ergometern (RBN 2010/10). Es wurden auch zusätzliche Messungen auf dem DIR und dem statischen Concept2 Ergometer Modell D mit verschiedenen Drag Faktoren (DF) durchgeführt. Es wurden vier Einzelmessungen zu je 1 Minute bei den Luftklappenöffnungen 1, 4, 7 und 10 durchgeführt und DF wurde aufgezeichnet. Als Ziel wurde ausgegeben, die durchschnittliche Rennintensität beizubehalten. Die gemessene Schlaglänge und Kraftanwendung war auf beiden Ergometern ähnlich.

Wenn der DF erhöht wird, dann verlängert sich auf beiden Ergometern auch die Durchzugszeit, die Kraftanwendung wächst und die durchschnittliche Griffgeschwindigkeit verlangsamt sich (Fig.1, Anhang 1.). Wie auch immer, auf dem DIR war bei allen DF-Einstellungen die Durchzugszeit kürzer und die Griffgeschwindigkeit höher als auf dem statischen Ergometer. Es wurde eine sehr hohe Korrelation ($r=0.998$) zwischen dem berechneten **HDF** und dem **DF**, der vom Ergometermonitor abgelesen wurde. Das bestätigt die Gültigkeit der Messungen und erlaubt uns die Bestimmung der Gleichungen:

$$DF = 2.34 * HDF - 51.0 \quad \text{für DIR} \quad (2)$$

$$DF = 2.48 * HDF - 69.1 \quad \text{für Statisch} \quad (3)$$



Im Durchschnitt war **HDF** bei den gleichen Einstellungen für DF auf dem DIR um 5% niedriger als auf dem statischen Ergometer, was mit niedrigeren Trägheitskräften erklärt werden kann.

Zum Vergleich der mechanischen Bedingungen des Ruderns auf beiden Ergometern mit dem Rudern auf dem Wasser leiteten wir die **DFs**, die mit den verschiedenen Bootsklassen korrespondieren (Tabelle 1), folgendermaßen ab. Die Rennzeiten der Sieger von 1993-2009 bei WM und OS in sechs Männerwettbewerben wurden herangezogen und die durchschnittliche Bootsgeschwindigkeit davon abgeleitet. Diese korrespondieren mit dem Rudern in durchschnittlichen Bedingungen, nicht zu starker Schiebewind, wo normalerweise Weltbestzeiten erreicht werden. Die Bootseinstellungen wurden den Aufzeichnungen aus den Riggerübersichten entnommen, und Übersetzungsverhältnisse **G** wurden von den aktuellen Innen- und Außenhebellängen berechnet (RBN 2006/11). Die maximale Blattgeschwindigkeit **V_{b.max}** relativ zum Boot wurde berechnet als die Summe von Bootsgeschwindigkeit und Blattschlupf durch das Wasser bei rechtwinkliger Position des Ruders zum Boot (RBN 2007/12). Die Werte für die Blattschlupfgeschwindigkeit sind beim Riemenrudern größer als beim Skullen, was die größere Gesamtfläche der Blätter und höhere Blatteffizienz beim Skullen widerspiegelt (RBN 2010/08). Die maximale Griffgeschwindigkeit **V_{h.max}** wurde wie folgt abgeleitet:

$$V_{h.max} = V_{b.max} * G \quad (4)$$

Um die durchschnittliche Griffgeschwindigkeit **V_{h.av}** während des Durchzuges zu ermitteln, leiteten wir ihr Verhältnis **R** zu **V_{h.max}** ab, indem wir unsere Datenbank nutzten ($n=5522$) und fanden eine sehr geringe Schwankung über die verschiedenen Bootstypen hinweg ($R = 0.667 \pm 0.03$). So ist

$$V_{h.av} = 0.667 * V_{h.max} \quad (5)$$

Der Wert für die Ruderleistung wurde mit 550W als ein Durchschnitt über alle Bootsklassen hinweg angenommen, was mit dem Modell der Weltrekordzeiten korrespondiert (RBN 2007/08).

HDF wurde mit Gleichung 1 abgeleitet und die korrespondierenden **DFs** für DIR und den statischen Ergometer wurden mit den Gleichungen 2 und 3 abgeleitet. Schlußendlich wurden die Einstellungen für die Luftklappe **S** mit der allgemeinen Gleichung für beide Ergometer abgeleitet:

$$S = 0.065 * DF - 4.32 \quad (6)$$

Tabelle 1	1x	2x	4x	2-	4-	8+
Rennzeit (m:s)	6:47.0	6:16.1	5:49.7	6:26.3	5:55.1	5:35.5
Bootsgeschwindigkeit (m/s)	4.91	5.32	5.72	5.18	5.63	5.96
Innenhebel (m)	0.89	0.88	0.87	1.16	1.15	1.14
Ruderlänge (m)	2.89	2.90	2.91	3.75	3.76	3.77
Aktueller Innenhebel (m)	0.85	0.84	0.83	1.03	1.02	1.01
Aktueller Außenhebel (m)	1.76	1.78	1.80	2.30	2.32	2.34
Übersetzungsverhältnis G	2.06	2.11	2.16	2.23	2.27	2.31
Blattschlupf (m/s)	1.00	1.00	1.00	1.20	1.20	1.20
VBlatt max (m/s)	5.91	6.32	6.72	6.38	6.83	7.16
VGriff. max (m/s)	2.86	2.99	3.11	2.86	3.01	3.10
VGriff durchschn. (m/s)	1.91	1.99	2.07	1.91	2.01	2.07
Leistung (W)	550	550	550	550	550	550
HDF	79	69	62	79	68	62
DF DIR	133	111	94	134	108	95
DF Static	127	103	84	127	100	86
Luftklappe DIR	4.4	2.9	1.8	4.4	2.7	1.9
Luftklappe Static	4.0	2.4	1.2	4.0	2.2	1.3

Schlußfolgerung: **Die Luftklappeneinstellung 1 auf dem statischen Ergometer korrespondiert mit dem Rudern im 8+ und 4x, zu 2-2.5 – im 4- und 2x, zu 4 – im 2- und 1x. Auf dem DIR sollte die Luftklappe um eine halbe Einheit weiter geöffnet werden.** Der DF sollte vom Monitor abgelesen werden, um die Werte in Tabelle 1 noch besser einzustellen.

©2011: Dr. Valery Kleshnev, www.biorow.com

Anhang 1.

Vergleich der mechanischen Variablen vom statischen und dynamischen Ergometer bei verschiedenen Einstellungen des Drag Faktor (DF).

Niedriger DF

Hoher DF

