

**Interpretation der Variablen in der Blatarbeit**

In diesem Newsletter versuchen wir, frühere Daten zur Blatarbeit zusammenzufassen, einige Maßstäbe abzuleiten und praktische Schlußfolgerungen zu ziehen.

Der Blatt Drag Faktor  $DF_b$  (Fig.1,a) wird an zwei kritischen Punkten unendlich (Fassen  $T_{oc}$  und Endzug  $T_{of}$ ), da wo die Blattgeschwindigkeit die Nulllinie kreuzt, was die Analyse erschwert. Wir haben uns daher entschlossen, eine umgekehrte Variable abzuleiten: den Blatt Schlupf Faktor  $SF_b$  (Fig.1,b):

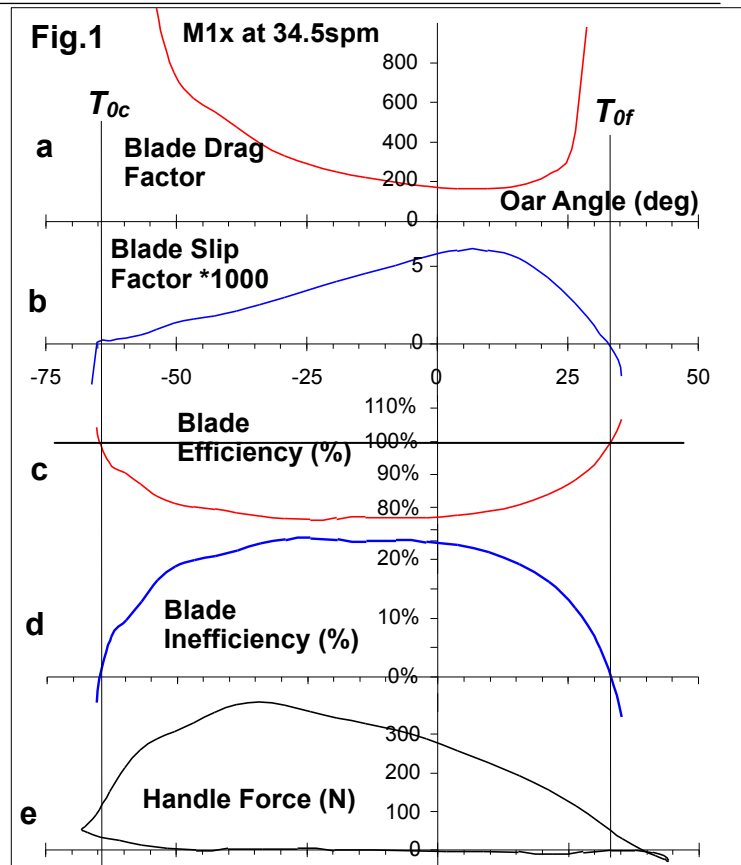
$$SF_b = V_{bb} * abs(V_{bb}) / F_b \quad (1)$$

wobei  $F_b$  die normale Blattkraft und  $V_{bb}$  die normale Komponente der Blattgeschwindigkeit im Wasser darstellt, inklusive der Schaftbiegung. Somit ist  $SF_b = 1 / DF_b$ , wenn die Blattgeschwindigkeit  $V_{bb}$  positiv ist, aber wenn  $V_{bb}$  negativ wird beim Fassen und im Endzug, wird  $SF_b$  auch negativ. Wenn  $DF_b$  Widerstand zur Blattbewegung im Wasser aufbaut, dann zeigt  $SF_b$  den Schlupf an, ähnlich dem elektrischen Widerstand und der Leitfähigkeit.

Ganz ähnlich kann die Blatinneffizienz  $N_b$  (Fig.1,d) als eine umgekehrte Variable der Blatteffizienz abgeleitet werden  $E_b$  :

$$N_b = P_w / P \quad (2)$$

Wobei  $P$  die an das Ruder abgegebene Ruderleistung darstellt,  $P_w$  ist die verlustig gegangene Leistung beim Blattschlupf. Wenn  $N_{bl} = 1 - E_b$ , dann kreuzt  $N_b$  null und wird negativ, wenn  $E_b$  höher als 100% wird bei den kritischen Punkten. Wenn  $E_b$  ein Teil der Ruderleistung ist, die zum Vortrieb genutzt wird, dann ist  $N_b$  der Anteil der Energie, die beim Schlupf des Blattes im Wasser verloren geht.



Weil das Blatt vor und nach den jeweils kritischen Punkten nur teilweise ins Wasser eingetaucht ist  $T_{oc}$  und  $T_{of}$  (RBN 2018/06), haben wir beschlossen, daß wir nur den Teil dazwischen analysieren. Der durchschnittliche Blatt Drag Faktor  $DF_{b.a}$  wurde abgeleitet:

$$DF_{b.a} = F_{b.a} / V_{b.a}^2 = F_{b.a} / (L_b / T_{c-f})^2 \quad (3)$$

wobei  $V_{b.a}$  die durchschnittliche Blattgeschwindigkeit und  $F_{b.a}$  die durchschnittliche Blattkraft zwischen den

kritischen Punkten darstellt,  $L_b$  ist die Verschiebung (Schlupf) des Blattes, Zeit  $T_{c-f} = T_{of} - T_{0c}$ .

Eine riesige mit dem BioRow System gemessene Datenmenge (n=28252) wurde analysiert, bei dem die oben angeführten Definitionen zur Blatarbeit genutzt wurden. Hohe positive Korrelation  $r=0.72$  wurde gefunden zwischen Blatteffizienz  $E_b$  und Drag Faktor  $DF_b$ , und auch die selbe  $r$  zwischen  $N_b$  und  $SF_b$ , was bedeutet, daß die 51% Variation von  $E_b$  kann durch die Variation von  $DF_b$  erklärt werden und umgekehrt. Die verbleibende Variation hängt mit einem Effekt von Schlagfrequenz  $SR$  und durchschnittlicher Bootsgeschwindigkeit  $V_b$ , zusammen, wobei höhere Werte zu höherer  $E_b$  führt ( $r=0.22$  mit  $SR$  und  $r=0.28$  mit  $V_b$ ), aber niedrigerem  $DF_b$  ( $r=-0.13$  mit  $SR$  und  $r=-0.18$  mit  $V_b$ ). Die Korrelationen von  $N_b$  und  $SF_b$  waren umgekehrt zu den oberen Werten. Die Interpretation von dem ist wie folgt:

- **Der Blatt Drag Faktor ist ein Maß des ABSOLUTEN Widerstandes vom Blatt im Wasser, der sich leicht verringert (Blattschlupf vergrößert sich) bei höheren Schlagfrequenzen und Bootsgeschwindigkeiten, weil das Blatt bei höheren Kräften und Leistungen mehr durch das Wasser rutscht.**
- **Die Blatteffizienz ist das Maß für die Vortriebsleistung als ein ANTEILIGER Part in der gesamten Leistung, die Effizienz vergrößert sich bei höheren Schlagfrequenzen und Geschwindigkeiten, weil sich die Gesamtleistung deutlich mehr erhöht als der Blattschlupf.**

Der durchschnittliche  $DF_b$  eines jeden Skullblattes war etwa 85% von dem eines Riemen  $DF_b$ , also war der gesamte Blatt  $DF_b$  beim Skullen mehr als 70% höher als beim Riemenrudern (Table 1). Wie auch immer, die Blatteffizienz  $E_{bl}$  war nur 1% höher bei Skullbooten als bei Riemenbooten. Größere Boote hatten eine leicht höhere  $E_{bl}$  und  $DF_b$ .

In Mannschaftsbooten erbringen die Ruderer verhältnismäßig höhere Kraft und Leistung und haben normalerweise leicht geringere  $E_{bl}$  ( $r=-0.17$  mit relativer Leistung), und  $DF_b$  ( $r=-0.06$ ).

Fig.1 veranschaulicht sehr klar, daß Blatteffizienz  $E_{bl}$  und  $DF_b$  im Mittelzug am geringsten sind (die höchste Ineffizienz  $N_{bl}$  und Schlupf Faktor  $SF_b$ ). Wenn die Dauer der Vortriebsphase von  $T_{0c}$  bis  $T_{of}$  in drei gleiche Perioden aufgeteilt wird, dann verhalten sich die durchschnittlichen Werte von  $E_{bl}$  in folgenden Verhältnissen: 105.8%-96.2%-97.9%, und  $DF_b$ : 107.5%-83.7%-108.8% von den durchschnittlichen Werten der gesamten Phase. Das heißt, **der Anfang und das Ende des Durchzuges sind effizientere Zonen für den Blattvortrieb und der größte Energieverlust durch Blattschlupf entsteht im Mittelzug.**

©2018 Dr. Valery Kleshnev [www.biorow.com](http://www.biorow.com)

| Table 1         | n            | $E_{bl}$ (%) | SD   | $DF_b$       | SD    |
|-----------------|--------------|--------------|------|--------------|-------|
| 2-              | 1492         | 76.2%        | 4.9% | 237.8        | 132.3 |
| 4-              | 4393         | 78.7%        | 4.1% | 240.5        | 135.1 |
| 8+              | 10339        | 80.5%        | 3.9% | 255.8        | 142.0 |
| <b>Sweep</b>    | <b>16224</b> | <b>79.6%</b> |      | <b>250.0</b> |       |
| 1x              | 3840         | 77.4%        | 4.1% | 397.2        | 180.0 |
| 2x              | 4966         | 81.4%        | 3.9% | 469.0        | 225.9 |
| 4x              | 3222         | 82.2%        | 4.3% | 473.0        | 258.4 |
| <b>Sculling</b> | <b>12028</b> | <b>80.4%</b> |      | <b>447.1</b> |       |