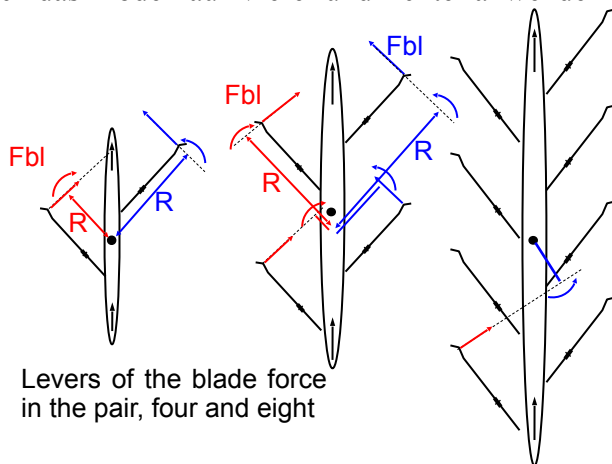


Vor Kurzem wurde eine Schrift über die **Positionierung der Ruderer** von John Barrow von der Cambridge University (1) veröffentlicht und erhielt breite Resonanz in den Medien. John schrieb: *“Wir stellen Überlegungen zur optimalen Positionierung der Ruderer in einem (Riemen-) Boot an, um das seitliche Schlingern zu vermeiden. Wir zeigen, daß die traditionelle Riggerung (abwechselnd backbord und steuerbord Ausleger) immer ein quer-gerichtetes Moment ungleich null und damit eine Schlingerbewegung hat.... Wir finden die Drehmoment freie Riggerung in einem Vierer und zeigen, daß es vier mögliche Riggerungen für den Achter gibt, von denen es scheint, daß zwei davon (die sogenannte „Italienische“ und „Deutsche“ Riggerung) bereits bekannt sind.....“*

Wir haben bereits das Schlingern in einem Riemenzweier diskutiert (RBN 2002/04, 2008/01-2) und fanden heraus, daß das von Einar Gjessing vorgeschlagene Modell (wo das Moment der Blattkraft berücksichtigt wird) die angemessenste Methode ist, dieses Problem zu analysieren. Jetzt schauen wir, wie sich das Modell auf Vierer und Achter anwenden läßt.



Die Hebel der Blattkräfte wurden für die am Meisten verbreiteten Ruderwinkel beim Riemenrudern mit -55 Grad in der Auslage und 35 Grad im Endzug berechnet. Wie erwartet, wurden im Vierer für die normale Riggerung eine Summe der Hebel ungleich null gefunden und kommt 0,47m gleich (Fig.1), was den Bug nach backbord kehrt. Bei der Italienischen Riggerung war die Summe null, somit fährt das Boot bei gleichmäßiger Kraftanwendung geradeaus. Ganz ähnlich verhält es sich im Achter. Dort wurde bei normaler Riggerung eine Hebelsumme von 0,93m gefunden. Bei den Achtern mit Italienischer, Deutscher und den zwei anderen Riggerungen, die von Barrow vorgeschlagen wurden, war die Summe null.

Es ist interessant, daß der Schlagmann im Achter bei jeder der Riggerungen von der Auslage bis zu

einem Winkel von 40 Grad einen negativen Hebel hat. Das bedeutet, **daß der Schlagmann den Achter beim Fassen zu seiner Seite kehrt.** Das geschieht deshalb, weil die Linie seiner Blattkraft die Bootsmittellinie heckwärtig vom Bootsmittelpunkt passiert und somit das Heck zur anderen Seite drückt.

Welche Art Schlingern kann von den obigen Hebeln ungleich null erzeugt werden? Die Blattkraft **Fbl** wurde als eine typische Vorderzug-betonte Kurve mit einer maximalen Größe von 350N (800N am Griff) modelliert. Das rotierende Drehmoment **T** wurde für jeden Ruderer wie folgt berechnet:

$$T = Fbl * R \quad (1)$$

Dieses Drehmoment erzeugt eine Winkelbeschleunigung **a**

$$a = T / I \quad (2)$$

wobei **I** das Massenträgheitsmoment vom Boot mit den Ruderern ist. Das erste wurde annähernd unter Heranziehen der Bootslänge und -masse definiert; das zweite wurde als das Produkt von Ruderermasse (90kg) multipliziert mit dem Quadrat der Entfernung des Ruderschwerpunktes (CM) zum Mittelpunkt des Bootes (Tabelle1) definiert. Die Winkelbeschleunigung **a** wurde zweimal integriert und man fand heraus, daß **jeder Ruderschlag mit synchroner Kraftanwendung einen Gierwinkel von 0,37 Grad im Riemenzweier, 0,076 Grad in einem normal geriggerten Riemenvierer und 0,015 Grad in einem Achter erzeugt.** Dieses Gieren muß mit einer Seitenkraft, die von Finne und Steuerflosse angewendet wird, kompensiert werden. Das erzeugt das Schlingern des Bootes. Bei größeren Booten ist das Schlingern geringer, was mit dem quadratischen Ansteigen des Trägheitsmomentes der Masse erklärt werden kann.

Wie können Ruderer das Schlingern kompensieren? Im RBN 01/2008 fanden wir heraus, daß ein Riemenzweier dann geradeaus fährt, wenn der Schlagmann eine um 5% höhere durchschnittliche Kraft aufwendet. Der Einfachheit halber modellierten wir dasselbe bei allen Sitzplätzen und fanden überraschenderweise heraus, daß diese Differenz auch in den größeren Booten ähnlich sein sollte. Fig. 1c zeigt das Modell der Kraftkurven, die einen normal geriggerten Riemenvierer geradeaus fahren lassen. Die Ruderer, die mit dem Schlagmann auf einer Seite rudern (die Ruderer einer Seite, die dichter am Heck sitzen, egal welche Seite) sollten sowohl im Vierer als auch im Achter ihre Kraft früher ansetzen und ihre durchschnittliche Kraft sollte 5% höher sein. **Daher sollten vorzugsweise die stärkeren Ruderer, die mit**

dem Schlagmann auf einer Seite rudern, dichter am Bug sitzen, weil diese Ruderplätze die längsten Hebel haben: 5% höhere Kraft (bei gleicher Kurve) auf Platz 2 im Achter verringert das Schlingern um 10%, auf Platz 4 sind es – 7.5%, auf Platz 6 sind es – 5% und der Schlagmann macht es nur um 2,5% kleiner.

Änderungen bei der Gesamtlänge des Ruders, Innenhebel, Dollenabstand könnten einen kleinen Effekt auf das Schlingern haben. Z.B. müßte in einem Vierer die Seite des Schlagmannes 55cm längere Riemen und proportional 18cm längere Innenhebel und Dollenabstand haben, um das Schlingern bei gleichen Kräften zu kompensieren.

Schlußfolgerung: **Die Italienische, Deutsche und die beiden anderen null-Drehmoment Riggerungen sind die optimale Lösung, wenn man Ruderer mit ähnlicher Kraft hat. Boote mit normaler Riggerung kann man beibehalten, wenn man die stärkeren Ruderer auf der Seite des Schlagmannes weiter in den Bug setzt.**

Referenzen

1. Barrow J.D. 2009. Rowing and the Same-Sum Problem Have Their Moments. DAMTP, Centre for Mathematical Sciences, Cambridge University. <http://arxiv.org/abs/0911.3551>

Contact Us:

✉ ©2009: Dr. Valery Kleshnev,
kleval@btinternet.com , www.biorow.com

Anhänge

Tabelle 1. Massenträgheitsmomente bei verschiedenen Bootstypen (kg m²)

	Boot	Ruderer	Total
Zweier	15	88	103
Vierer	243	882	1125
Achter	3360	7400	10760

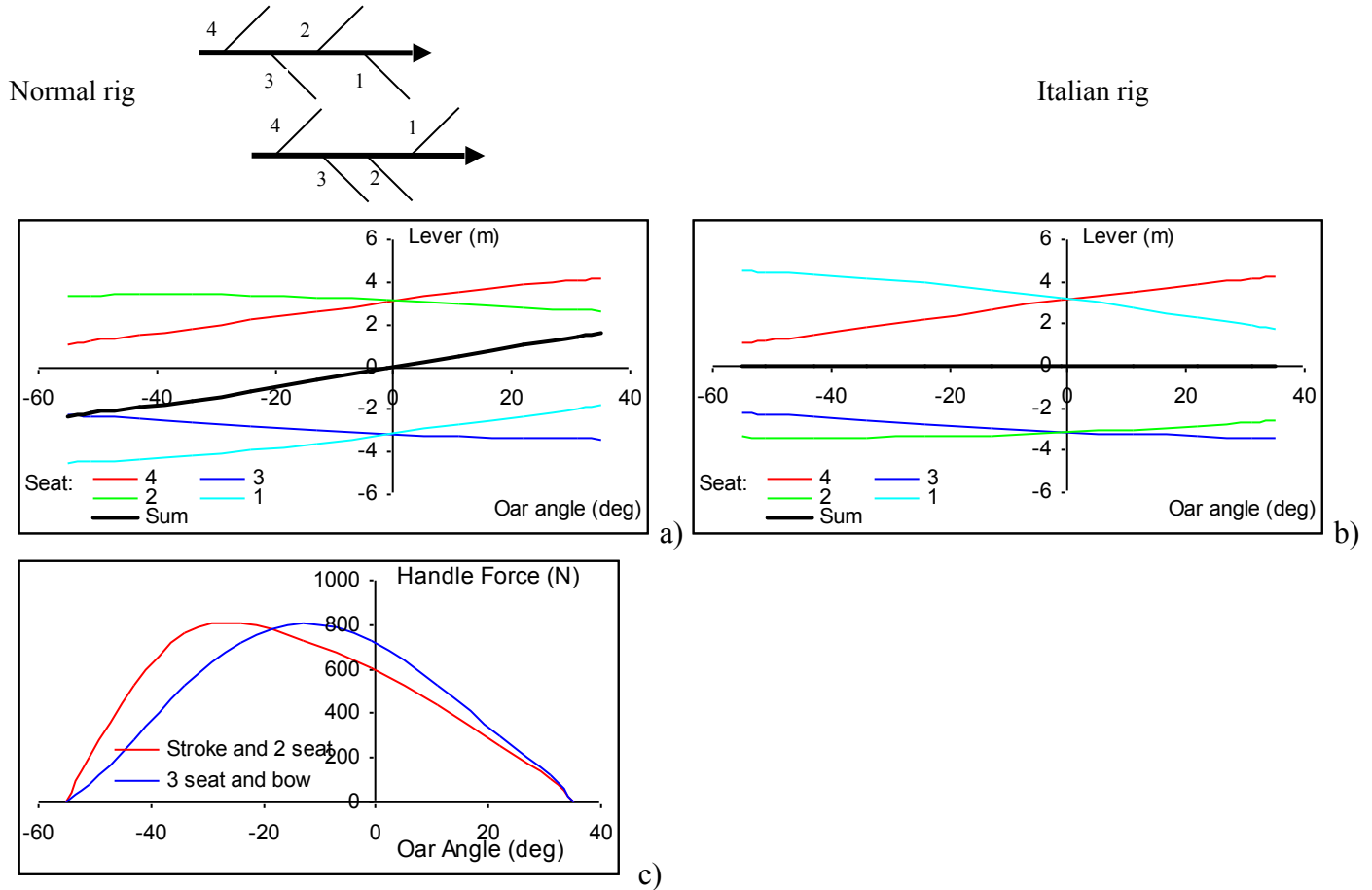
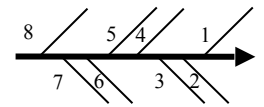
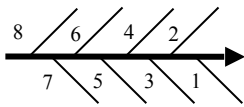


Fig. 1. Hebel der Blattkräfte bei normalem (a) und Italienischen (b) Vierern (positiver Hebel kehrt das Boot zur Bugseite). Modell der Kräfte, die im normal geriggerten Vierer gleiche Momente erzeugen (c).

Tabelle 2. Durchschnittliche Hebel in Vierern (m)

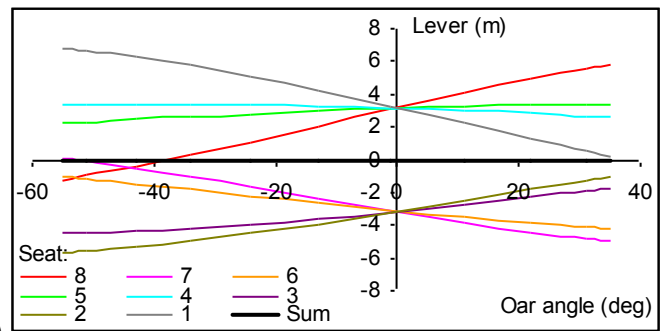
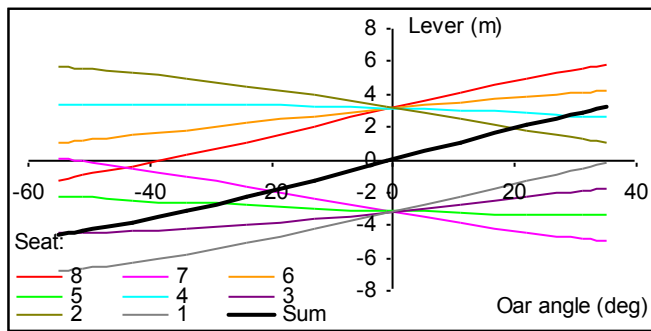
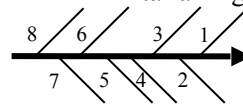
Seat	Schlag	3	2	Bug	Summe
Normale Riggerung	2.66	-2.90	3.13	-3.36	-0.47
Italienische Riggerung	2.66	-2.90	-3.13	3.36	0.00

Normal rig



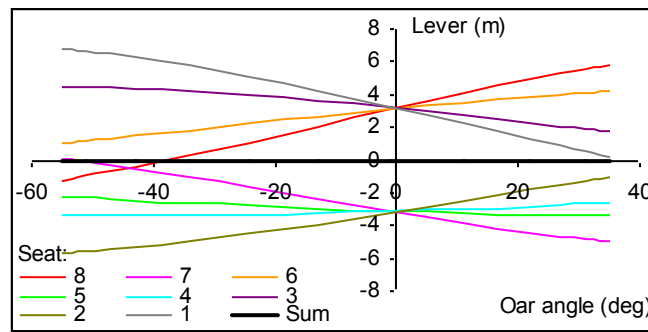
Italian rig

German rig



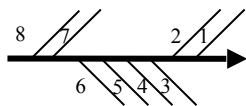
a)

b)

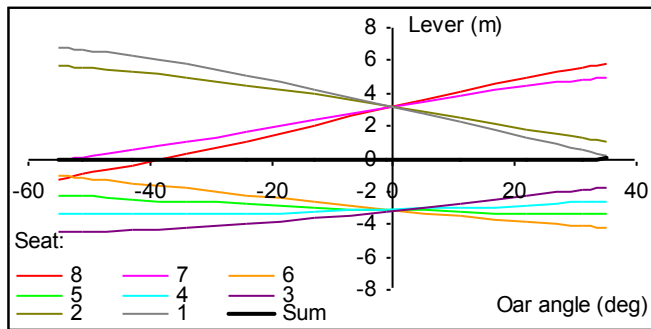
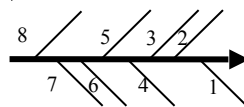


c)

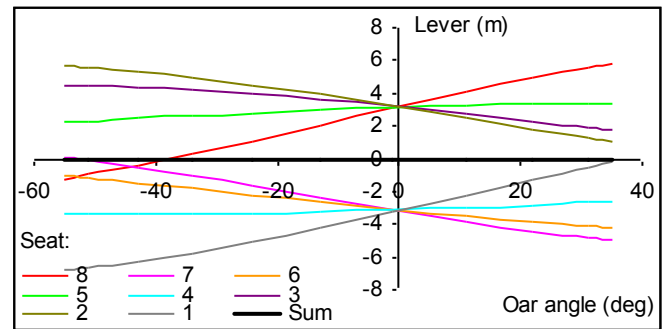
New rig A



New rig B



d)



e)

Fig. 2. Hebel der Blattkräfte in den Achtern mit der normalen (a), Italienischen (b), Deutschen (c) und den zwei neuen (d, e) Riggerungen

Tabelle 3. Durchschnittliche Hebel in den Achtern (m)

Platz	8	7	6	5	4	3	2	1	Summe
Normale Riggerung	2.20	-2.43	2.66	-2.90	3.13	-3.36	3.60	-3.83	-0.93
Italienische Riggerung	2.20	-2.43	-2.66	2.90	3.13	-3.36	-3.60	3.83	0.00
Deutsche Riggerung	2.20	-2.43	2.66	-2.90	-3.13	3.36	-3.60	3.83	0.00
Neue Riggerung A	2.20	2.43	-2.66	-2.90	-3.13	-3.36	3.60	3.83	0.00
Neue Riggerung B	2.20	-2.43	-2.66	2.90	-3.13	3.36	3.60	-3.83	0.00