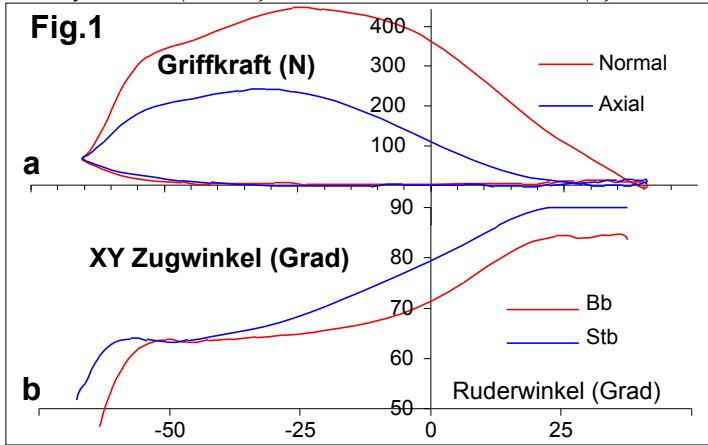


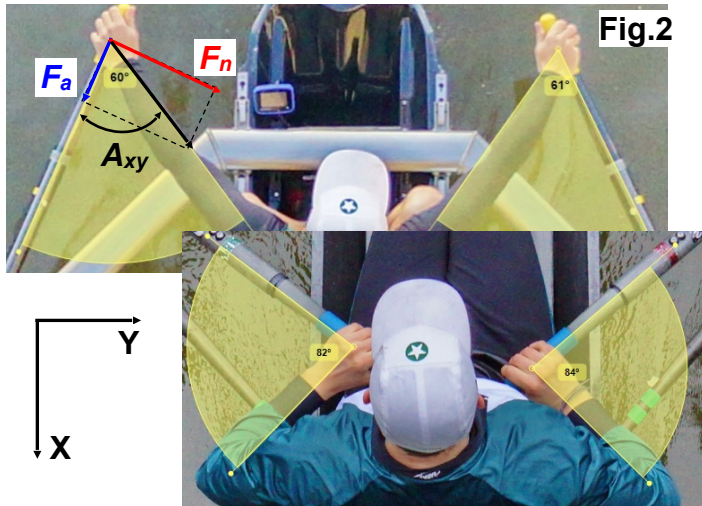
## Kraftübertragung am Griff

Die neu erlangten Daten, die wir mit dem kürzlich entwickelten *BioRow* 4D Griffkraftsensor (RBN 2021/06) erhalten haben, erlauben uns die Ableitung von verfeinerten Details der Kraftübertragung vom Ruderer zum Ruder. Ein Zugwinkel  $A_{xy}$  am Griff in der Horizontalebene XY kann mit der Anwendung der normalen  $F_n$  und axialen  $F_a$  Kräfte abgeleitet werden:

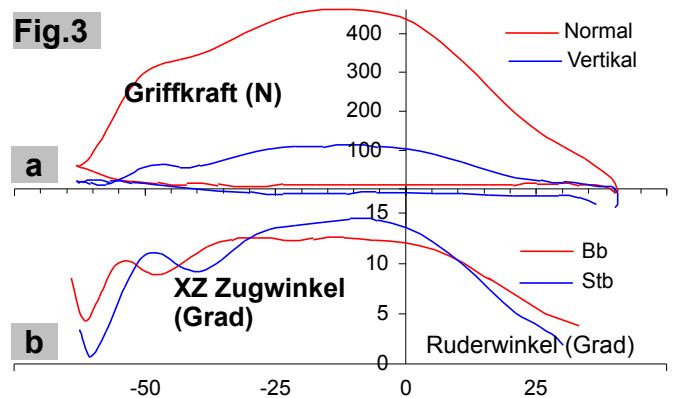
$$A_{xy} = \text{atan}(F_n/F_a) \quad (1)$$



Der Zugwinkel  $A_{xy}$  wurde mit etwa 60-65 Grad während des ersten Drittels des Durchzuges festgestellt (Fig.1), danach vergrößerte er sich bis auf 80-90 Grad zum Endzug hin. Die Zugwinkel der Ruderer-Ruder-Geometrie wurden mit Filmaufnahmen aus der Vogelperspektive überprüft (Fig.2). Man fand eine gute Übereinstimmung zwischen den Ruderschaft-Unterarm-Winkeln und den Zugwinkeln, die aus der obigen Kraftanalyse abgeleitet wurden. Das bedeutet, daß **der Zug in direkter Linie mit dem Unterarm die hauptsächliche Methode der Kraftübertragung ist und das Drehmoment durch den Brustmuskel eine unerhebliche Rolle spielt** (zumindest bei diesem spezifischen Skuller).



Einen Zugwinkel in der XZ Sagittalebene kann man in ganz ähnlicher Weise aus dem Verhältnis von den vertikalen  $F_v$  und normalen horizontalen  $F_n$  Kräften erhalten (Fig.3):

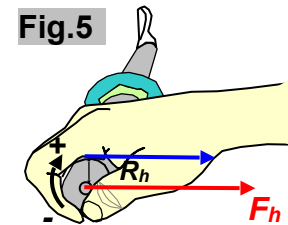


$$A_{xz} = \text{atan}(F_v/F_n) \quad (2)$$

Die Überprüfung mit der Videoanalyse (Fig.4) zeigte auch hier eine gute Übereinstimmung: **Der Griff wird in der ersten Hälfte des Durchzuges mit 12-15 Grad aufwärts gezogen, dann wird der Zugwinkel horizontal und verringert sich auf 4-6 Grad.**

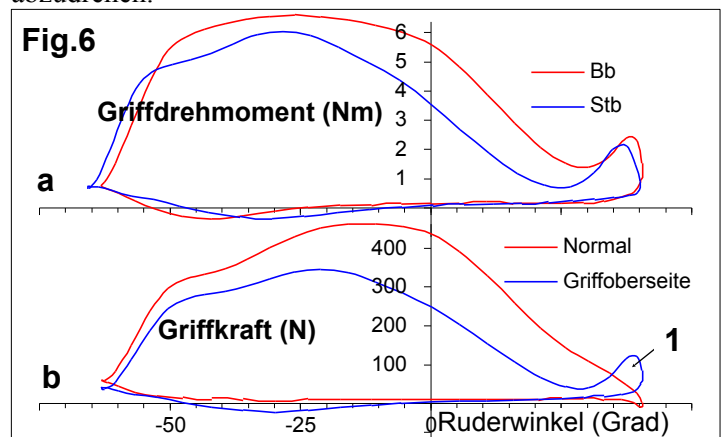


Die neue vierte Variable, die mit dem *BioRow* 4D Griff gemessen wird, ist das Drehmoment  $M_h$ , welches durch asymmetrische Kräfteanwendung am Griff erzeugt wird (Fig.5). Wenn der Ruderer genau an der Mittelachse ziehen würde, dann wäre das Drehmoment null. Aber normalerweise wird mehr Kraft an der Griffoberseite angewandt,



sonit wurde die positive Richtung des Drehmomentes in Richtung des Blattabdrehens bestimmt.

Man fand ein Griffdrehmoment bei 5-6Nm während der ersten Hälfte des Durchzuges (Fig.6), dann verringert es sich herunter auf 1-2Nm "nach dem Dollenstift" und steigt dann vor dem Endzug wieder auf 2-3Nm an, um das Blatt abzdrehen.



Das Drehmoment  $M_h$  kann in die Kraft  $F(M)$ , die auf die Griffoberfläche wirkt, umgewandelt werden, indem

man den Griffradius  $R_h$  (17.5mm in diesem Falle) mit einbezieht:

$$F_{(M)} = M_h / R_h \quad (3)$$

Der Vergleich der normalen Griffkraft  $F_n$  mit der, die durch das Drehmoment  $F_{(M)}$  erzeugt wird (Fig.6,b), zeigt, daß **die Griffkraft asymmetrisch einwirkt, und das hauptsächlich auf der Oberseite des Griffes.** Während des Durchzuges wird das Griffdrehmoment durch das entgegengesetzte Reaktions-Drehmoment an der Dolle (und möglicherweise auch am Blatt) ausbalanciert. Aber kurz vor dem Endzug (1) dominiert das Griffdrehmoment, um das Blatt abzdrehen.

Die mit dem **BioRow** 4D Griff neu erhaltenen Daten erlauben ein besseres Verständnis der Ruder Biomechanik, eine feinere Analyse der individuellen Rudertechnik und Spezifika der Bootseinstellung (z.B. den Effekt von Dollenabstand, Blattanlagewinkel, etc.).

©2021 Dr. Valery Kleshnev [www.biorow.com](http://www.biorow.com)