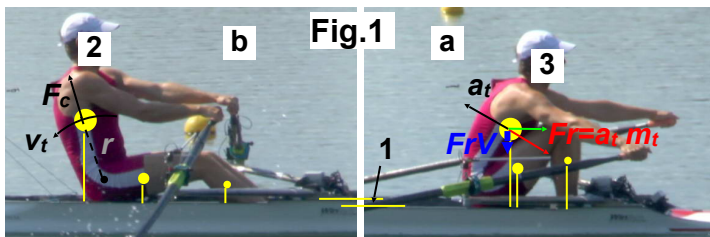


## Was bewirkt das Einspannen der Ruderermasse ?

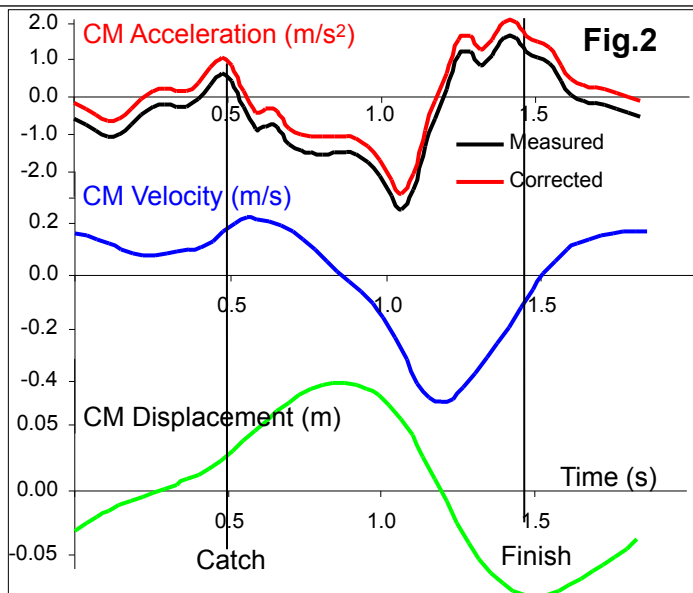
Wir haben eine interessante Rückmeldung über unsere Funde zur Einspannung des Ruderers (zwischen Stemmbrett und Griffe), die im letzten Newsletter veröffentlicht wurden, erhalten. Dr. Volker Nolte, Professor an der University of Western Ontario, Canada, merkte an, daß der einzige Grund für das Einspannen die Trägheitskraft ist, die durch die vertikale Beschleunigung  $a_{CM}$  des Rudererschwerpunktes CM (centre of mass)  $m_{CM}$  erzeugt wird. Seine Version von Gleichung 1 im RBN 08/2013 ist die folgende:

$$\Sigma F = F_{FootV} + F_{seat} + F_{HandleV} - W = m_{CM} a_{CM} \quad (1)$$

In diesem Falle muß die durchschnittliche Einspannungskraft  $\Sigma F$  über den Schlagzyklus null sein, weil die durchschnittliche vertikale Beschleunigung des Ruderer CM null sein muß. Wie auch immer, in unserer Messung war die durchschnittliche Einspannungskraft 43N. Wenn das nur mit der Beschleunigung der Ruderermasse erklärt würde, dann würde seine Position nach jedem Schlagzyklus etwa 1 Meter tiefer liegen, d.h. 100m unter der Wasserlinie nach 100 Schlägen, was nicht möglich ist. Ein anderer offensichtlicher Beweis für die Existenz der Einspannung kann mit dem nackten Auge beobachtet werden: das Boot wird um 3-4 cm während des Durchzuges angehoben (Fig.1, 1), was mit dem 15-20 kg leichteren Ruderergewicht korrespondiert und ist dicht an der gemessenen Einspannungskraft dran.



Volker's Gegenargumente waren die folgenden: 1. Der Versatz der durchschnittlichen Einspannungskraft kann eine Fehlmessung sein. 2. Die sichtbaren vertikalen Bewegungen des Bootskörpers können mit Wasserkräften erklärt werden: er sinkt ins Wasser ein, da das Wasser eine relative Geschwindigkeit zum Bootskörper hat und der Druck geringer wird, mehr (Druck) während des Vorrollens, wenn die Geschwindigkeit höher ist.



Um Volker's Hypothese zu überprüfen, haben wir einen Versatz zur gemessenen Einspannungskraft addiert, um die durchschnittliche Beschleunigung des Ruderer CM über den Schlagzyklus hinweg gleich null zu haben (Fig.2). Wie auch immer, die abgeleitete Verschiebung des Ruderer CM sieht sehr seltsam aus: seine Position in der Mitte des Durchzuges ist ~12cm höher als in der Mitte des Vorrollens, was diese Hypothese recht unwahrscheinlich macht.

Eine andere interessante Hypothese kam von dem Masters Ruderer und Ingenieur Tor Anderson vom Los Gatos Rowing Club, CA, US: "Es sieht so aus, als wenn die Peaks der Einspannungskraft auftreten, wenn der Oberkörper schwingt, sowohl im Durchzug (7, Fig.2, RBN 2013/08) als auch beim Vorrollen (2). Es scheint, daß ein Teil des Beitrages zu diesen Peaks die Zentripetalkraft  $F_c$  des Oberkörperschwunges ist, der in vertikaler Richtung wirkt:"

$$F_c = m_t v_t^2 / r \quad (2)$$

wobei  $m_t$  – das Massemoment des Oberkörpers samt Kopf ist,  $v_t$  – seine augenblickliche lineare Geschwindigkeit,  $r$  - Radius der Trägheit von seinem Mittelpunkt am Hüftgelenk (Fig.1, 2). Angenommen, die Daten wären  $m_t = 25\text{kg}$ ,  $v_t = 1.25 \text{ m/s}$ , und  $r = 0.4 \text{ m}$  (grob 50% der Rumpfhöhe mit Kopf), bekämen wir eine Kraft von ~100N in vertikaler Richtung, was dicht an der Größe von Delle 7 während des Durchzuges ist.

Wie auch immer, es wurde entschieden, daß die Zentripetalkraft nicht der Grund für die Tatsache sein kann, daß die durchschnittliche Einspannungskraft über den Schlagzyklus höher als null ist. Eine nach oben gerichtete Zentripetalkraft sollte durch eine nach unten gerichtete Reaktionskraft  $F_rV$  (Fig.1, 3) ausgeglichen werden, welche durch die Oberkörperbeschleunigungen in der Auslage und im Endzug hervorgerufen wird.

Somit **ist die Mechanik der Einspannungskraft noch nicht vollständig geklärt**. Weitere Experimente und Analysen sind notwendig.

### **Normative Daten in Ruderergruppen**

Eine statistische Analyse wurde mit Daten, die wir von Ruderern verschiedener Niveaus aus unseren Standard Tests bekommen haben, durchgeführt (RBN 2013/03). Fünf Ruderergruppen wurden definiert:

1. **Beginners** – Ruderer mit wenig Erfahrung in qualifiziertem Coaching;
2. **Students** an Universitäten und Colleges im Alter von 17-21 Jahren;
3. **Nationales Niveau**- Ruderer verschiedenen Alters - keine Nationalmannschaftsruderer;
4. **Internationales Niveau**
5. **Champions** – Medaillengewinner bei OS und WM.

Die Abweichungen von den Zielwerten für jede Rudererkategorie (Männer/Frauen, Riemen/Skull, Leichtgewicht/Schwergewicht, RBN 2009/05) wurden erhalten und in den Rudererkategorien gemittelt. Tabelle 1 zeigt, um wieviel die mechanischen Hauptvariablen (Schlaglänge und durchschnittliche Kraft) NIEDRIGER sind als die Zielwerte:

<b>Tabelle 1</b>	<b>n</b>	<b>Länge</b>	<b>Kraft</b>
Beginners	53	>8%	>30%
Students	245	5-8%	20-30%
National	222	3-5%	12-20%
International	162	1-3%	5-12%
Champions	15	<1%	<5%

Die Tabelle kann zur Beurteilung von biomechanischen Testungen genutzt werden.