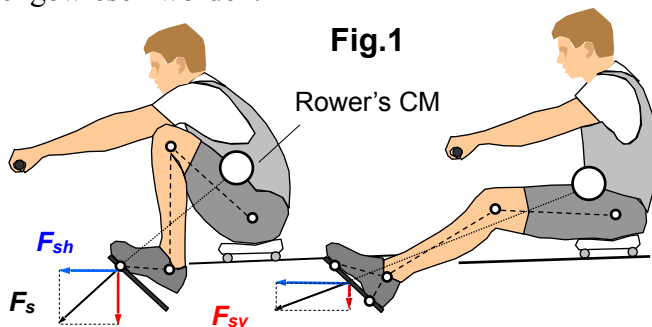


Horizontale Stemmbrettkraft

Die Stemmbrettkraft ist nicht einfach zu messen und zu analysieren, weil sich ihre Richtung und Angriffspunkte während des Durchzuges verändern: beim Fassen treten die Ruderer mehr mit den Zehen und vertikaler auf das Stemmbrett; während der zweiten Hälfte des Durchzuges wird die Kraft zunehmend horizontaler und ist mehr im Mittelfuß verortet (Fig.1). Es kann vermutet werden, daß die Wirkung der Stemmbrettkraft mit der Position des Schwerpunktes des Ruderers CM zusammenhängt, aber das ist bisher noch nicht experimentell nachgewiesen worden.



Die Stemmbrettkraft F_S kann in zwei Komponenten zerlegt werden, die beide sehr verschiedene Rollen in der Ruder Biomechanik spielen: die horizontale Komponente F_{SH} spielt beim Vortrieb des Ruderer-Boot-Systems eine wichtige Rolle, aber die vertikale Komponente F_{SV} beeinflusst das „Einhängen“ des Ruderergewichtes (RBN 2013/09-10). Deshalb ist es nicht genug, einfach nur „die Stemmbrettkraft“ F_S zu messen, sondern es ist notwendig, entweder auch die Richtung zu definieren, oder aber die horizontale und vertikale Komponente separat zu messen.

Die horizontale Stemmbrettkraft F_{SH} ist ein Teil der Kraftbilanz am Bootskörper:

$$F_{PF} - F_{SH} = m_b a_b - F_D \quad (1)$$

wobei F_{PF} ($=F_P \cos(A)$) - die vorwärts gerichtete Komponente der Dollenstiftkraft (A - der Dollenwinkel), m_b ist die aktive Bootsmasse, a_b - Bootsbeschleunigung, und F_D - ist die Widerstandskraft. Ausgehend von dieser Gleichung scheint F_{SH} einen negativen Effekt auf die Bootsbeschleunigung zu haben, weil es entgegen der Richtung der Bootsgeschwindigkeit gerichtet ist und damit die selbe Rolle spielt wie die Widerstandskraft: Je höher die Stemmbrettkraft, desto geringer die Bootsbeschleunigung. Sehr oft versuchen Ruderer und Trainer die „falsch“ gerichtete Stemmbrettkraft zu minimieren und die Griffkraft zu maximieren, die ja in die „richtige“ Richtung wirkt,

wenn sie durch den Ausleger zur Dollenstiftkraft F_{PF} übertragen wird und so das Boot vorwärts beschleunigt.

Wie auch immer, das ist nur in Bezug auf den Bootskörper korrekt, der zu etwa 15% der gesamten Masse des Ruderer-Boot-Systems beiträgt. Wenn der schwerste Teil des Systems - die Ruderermasse m_R berücksichtigt wird, dann ist die Bilanz der Kräfte folgendermaßen:

$$F_{SH} - F_H = m_R a_R \quad (2)$$

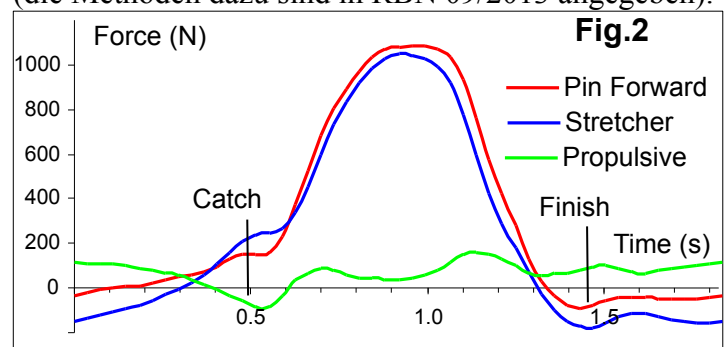
wobei F_H - die Griffkraft und a_R - die Beschleunigung des Rudererschwerpunktes CM ist. Das bedeutet, daß die Stemmbrett- (Reaktions-) Kraft die Ruderermasse vorwärts beschleunigt, die Griffkraft jedoch sie rückwärts zieht.

Die Beschleunigung einer Masse m läßt ihre Geschwindigkeit v und ihre kinetische Energie $E_k = mv^2$ ansteigen. Je höher die angesammelte kinetische Energie im Ruderer-Boot-System während des Durchzuges ist, desto höher ist die durchschnittliche Geschwindigkeit des Systems. Da der Ruderer mehr als 80% zur Gesamtmasse des Systems beisteuert, ist die Beschleunigung seines eigenen Körpergewichtes das wichtigste Ziel seiner Anstrengungen im Durchzug.

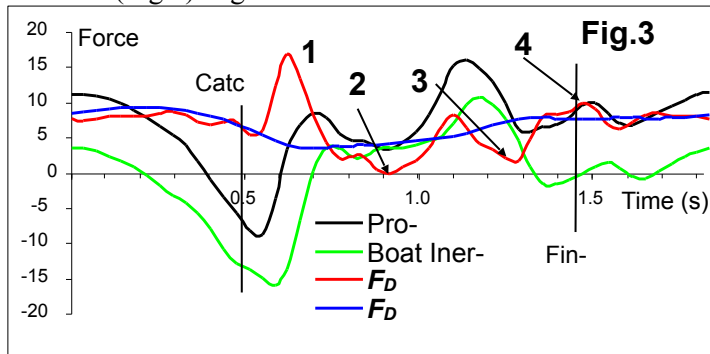
Im frühen 20. Jahrhundert drückte es der großartige British-Australische Rudertrainer und -methodiker Steve Fairbairn folgendermaßen aus: **„Finde heraus, wie Du Dein Körpergewicht einsetzt und Du hast das Problem, wie man das Boot bewegt, gelöst“**.

Damit ist eine Maximierung der Stemmbrettkraft während des Durchzuges ein sehr wichtiger Teil einer effektiven Rudertechnik, und viele Rudertrainer setzen das als Hauptziel für die Bestrebungen des Ruderers.

Die Dollenstift-/Dollenkraft und horizontale Stemmbrettkraft haben eine recht ähnliche Größenordnung und auch Muster während des Durchzuges. Der Unterschied zwischen beiden ist die Bootsvortriebskraft, die aufgewandt werden muß, um den Widerstands- F_D und die Bootsträgheitskräfte $m_b a_b$ (Eq.1) zu überwinden, die verhältnismäßig geringer sind. Fig.2 veranschaulicht die horizontalen Stemmbrett- und Dollenkräfte, die mit dem BioRow™ System gemessen wurden, und die abgeleitete Vortriebskraft bei einem M1x bei 32spm (die Methoden dazu sind in RBN 09/2013 angegeben).



Die Bootsträgheitskräfte können von der Messung der Bootsbeschleunigung und der bekannten aktiven Bootsmasse abgeleitet werden, so kann die Widerstandskraft des Bootskörpers $F_D(F)$ von Gleichung 1 berechnet werden. Zum Vergleich wurde die Widerstandskraft $F_D(V)$ auch von der Bootsgeschwindigkeit Vb und Drag Faktor DF : $F_D(V) = DF * Vb^2$ (Fig.3) abgeleitet.



Die durchschnittlichen Widerstandskräfte waren über den Schlagzyklus hinweg recht ähnlich: $F_D(V)=68.2N$, $F_D(F)=66.9N$. Ihre Kurven waren während des Vorrollens auch sehr dicht beieinander, aber während des Durchzuges waren sie sehr verschieden. Der höchste $F_D(F)$ Peak 1 nach dem Fassen fällt mit der höchsten Rollsitgeschwindigkeit zusammen und kann mit der Reibungskraft der Rollen, was wie erhöhte Widerstandskraft aussieht, erklärt werden. Der kleinere Peak 4 kann mit der höchsten vertikalen Sitzkraft zusammenhängen, welche das Boot ind Wasser herunterdrückt und so die Widerstandskraft erhöht. Der Ursprung der negativen Peaks 2 und 3 ist noch nicht klar. Einer der möglichen Gründe kann eine kleine Kraft sein, die entsteht, wenn der Ruderer mit seinen Waden den Bootskörper berührt, was aber noch nicht gemessen wurde, jedoch die Bilanz der Kräfte beeinflusst.