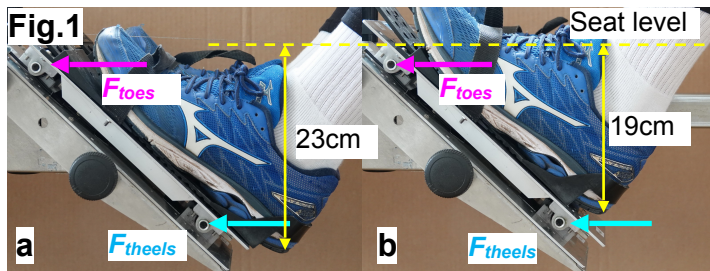


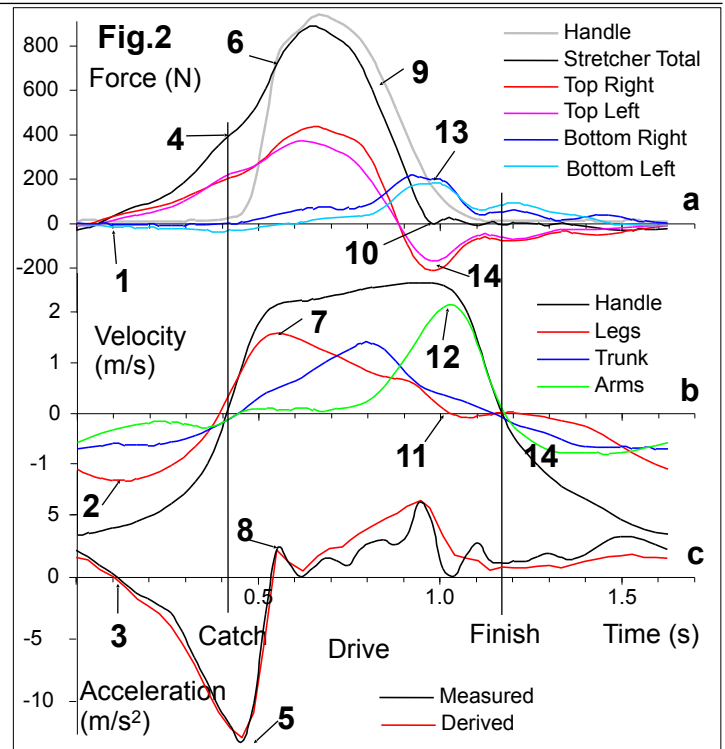
## Die Auswirkungen der Stembretthöhe auf die Rudertechnik

Kürzlich hat **BioRow** einen neuen Kraftsensor für das Stembrett entwickelt, der aus vier Druckzellen besteht, die nur die horizontale Komponente (oben-unten / linker-rechter Fuß) messen (Fig.1). Mit speziellen Befestigungen kann der Sensor in jedem Boot oder Ruderergometer genutzt werden. Es gibt auch eine 2D Version, die in der Lage ist, die horizontale und vertikale Komponente zu messen.



Der Sensor wurde an einem RP3 Ruderergometer in einem kurzen Experiment mit zwei verschiedenen Stembretthöhen getestet: die niedrigste (a) bei 23cm unter der Sitzfläche, und die höchste (b) bei 19cm. Bei jeder Stembretteinstellung absolvierten zwei Ruderer von internationalem Format einen Test. Dieser bestand aus acht kurzen Teststrecken mit stufenweise ansteigender Schlagfrequenz von 20 spm bis auf 48 spm. Zwischen den Teststrecken konnten sich die Ruderer die Erholung frei einteilen. Zusätzlich zu den Stembrettkräften wurden auch die Griffkraft, die Position von Griff, Rollsitze und Oberkörper, sowie die Beschleunigung der Stembrett-Windrad-Einheit gemessen. Zur Überprüfung der Genauigkeit der Kraftmessungen wurde die Beschleunigung  $a_d$  von der gemessenen Griffkraft  $F_h$  und Gesamtstembrettkraft  $F_s$ , sowie der bekannten Masse der beweglichen Stembrett-Windrad-Einheit  $m=27\text{kg}$ , abgeleitet:

$$a_d = (F_h - F_s) / m \quad (1)$$

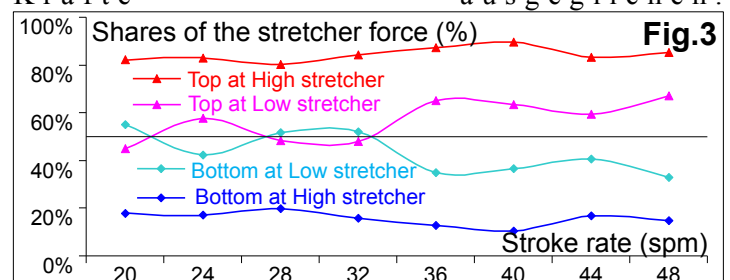


Man fand heraus (Fig.2,c), daß die gemessene Beschleunigung ziemlich gut mit der abgeleiteten an den Peak-Punkten korrespondiert, was als Nachweis für die Genauigkeit der gemessenen Kräfte gilt. Einige Diskrepanzen könnten wegen der Reibung in der Stembrett-Windrad-Einheit aufgetreten sein.

Fig.2 zeigt die Meßdaten bei der niedrigen Stembrettposition bei 36.9spm. Die Stembrettkraft beginnt etwa 0.35s vor dem Fassen anzusteigen (1), gleichzeitig erreicht die Rollsitze Geschwindigkeit ihr negatives Maximum beim Vorrollen (2) und die Beschleunigung wurde negativ (3).

Beim Fassen erreicht die Stembrettkraft fast die Hälfte seines Maximums (4) bei Griffkraft null, was einen steilen negativen Peak bei der Stembrettbeschleunigung erzeugt (5). Dann steigt die Griffkraft rapide an und wird größer als die Stembrettkraft (6), was mit dem positiven Peak der Rollsitze Geschwindigkeit übereinstimmt (7) und dem ersten positiven Peak bei der Beschleunigung (8).

Die Stembrettkraft bleibt bis zum Ende des Durchzuges niedriger als die Griffkraft (9) und erreicht null etwa 0.2s vor der Endzugposition (10), wenn die Beine ihre Arbeit beenden (11) und die Arme ihr Geschwindigkeitsmaximum erreichen (12). Zu diesem Zeitpunkt drücken die Fersen immer noch auf das Stembrett (13), aber die Zehen ziehen an den Fußriemen in die entgegengesetzte Richtung (14), somit sind ihre Kräfte ausgeglichen.



Bei der niedrigen Stemmbretteinstellung waren die Anteile von oberen (Zehen) und unteren (Fersen) Kräften bei ruhigen Schlagfrequenzen fast ausgeglichen (Fig.3), und bei Frequenzen höher als 32spm wurden etwa 60% der Kraft durch die obere Meßzelle auf das Stemmbrett geleitet und 40% durch die untere. Bei der hohen Stemmbretteinstellung wurden 80-90% der Kraft durch die obere und 10-20% durch die untere Meßzelle auf das Stemmbrett übertragen.

| Table 1             | High Stretcher | Low Stretcher | Diff. |
|---------------------|----------------|---------------|-------|
| Stroke Length (m)   | 1.45           | 1.48          | 1.7%  |
| Legs Drive (m)      | 0.53           | 0.55          | 3.0%  |
| Handle Force (N)    | 420.9          | 423.3         | 0.6%  |
| Work Per Stroke (J) | 712.4          | 729.6         | 2.4%  |
| Catch Factor (ms)   | -11.5          | -17.8         | -6.2  |
| R.Style Factor (%)  | 78.3%          | 78.8%         | 0.5%  |
| Finish Factor (ms)  | -29.4          | -20.6         | 8.8   |

Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen Meßdaten von beiden Ruderern von allen Messungen. **Die wichtigsten Ruderindikatoren waren bei der niedrigeren Stemmbretteinstellung besser: die Schlaglänge und Beinarbeit waren um 1.7% und 3.0% länger, die durchschnittliche Griffkraft und Arbeit pro Schlag waren um 0.6% und 2.4% höher.**

Der Fass (Catch) Faktor war mit niedrigem Stemmbrett dichter am Zielwert dran ( der Rollsitze ändert seine Richtung früher), aber der Ruder Stil Faktor war praktisch der gleiche. Dagegen war der Endzug Faktor bei höherem Stemmbrett besser, wobei er sich immer in der Zielzone befand. Bei niedrigenm Stemmbrett und niedrigen Schlagfrequenzen war dieser Indikator positiv - die Schultern setzen ihre Bewegung fort, während der Griff bereits seine Bewegung in Richtung Vorrollen geändert hat.

**Die Ergebnisse dieser Studie weisen darauf hin, daß eine niedrigere Stemmbrettposition für die Ruderleistung und -technik vorteilhaft sein kann. Die gewonnenen Daten weisen die Benutzerfreundlichkeit und Genauigkeit des neuen *BioRow* Stemmbrettkraftsensors nach.**