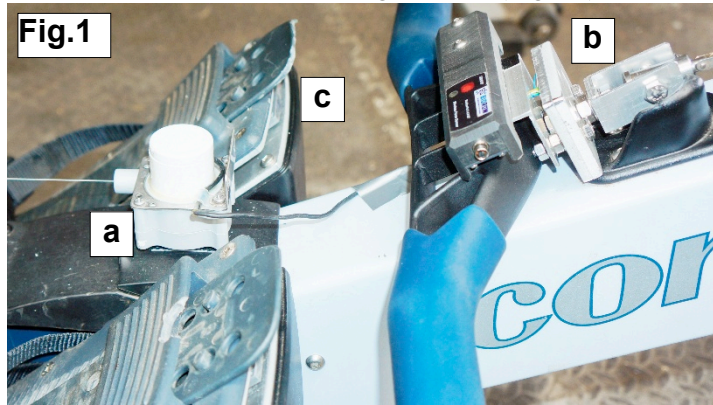


Ein neues System für Ergometer-Biomechanik

Ein neues System für biomechanische Messungen auf dem Concept2 Ergometer wurde von BioRow Ltd. für die Oxford Brookes University entwickelt. Das System misst die folgenden Variablen:

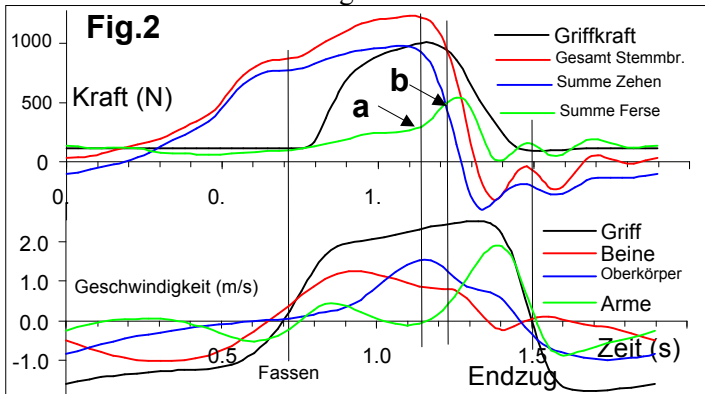
- Verschiebungen an Griff, Rollstz und Schultern des Ruderers wurden mit Fadenpotentiometer und Positionssensoren gemessen (TE Connectivity SP1 and SG1, Fig.1,a);
- Die Kraft am Griff wurde mit einem kabellosen BioRow Handkraftsensor gemessen (Fig.1,b), der auch die 3D Griffbeschleunigungen und 3D Rotationen gemessen hat;
- Mit einem neuen BioRow Sensor wurden vier Stembrettkräfte separat (Zehen-Ferse/Links-Rechts) senkrecht zum Stembrett gemessen (Fig.1,c).



Die Daten wurden mit 25Hz aufgezeichnet, dann wurden die Meßwerte mit der Standard BioRow Mittelwertbildungsmethode verarbeitet (RBN 2012/12). 14 Junior Skuller im Alter von 15-17 Jahren führten einen Test von vier Teilstrecken mit jeweils nur 15 Schlägen durch. Die Teilstrecken wurden je mit 20, 26, 32 und 40 Schlägen/minute bei maximaler Kraftanwendung gerudert. Die Ruderer wurden in drei Gruppen eingeteilt:

- A - Nationale Meister und Medaillengewinner bei den Junioren (n=4);
- B - Erfahrene Ruderer, die in B-C Finals gerudert sind (n=5);
- C - Anfänger mit einem Jahr Rudererfahrung (n=5).

Fig 2 zeigt die Daten eines der besten Skuller bei 32spm. Es wurde herausgefunden, daß die Gesamtstembrettkraft kurz vor dem Fassen ansteigt, und zwar durch die Kraft der Zehen, wo horizontale und vertikale Kräfte zu beitragen (Gewichtsübertragung auf dem Stembrett, RBN 08/2013). Die Fersenkraft bleibt konstant bei etwa 100N während des gesamten Vorrollens.

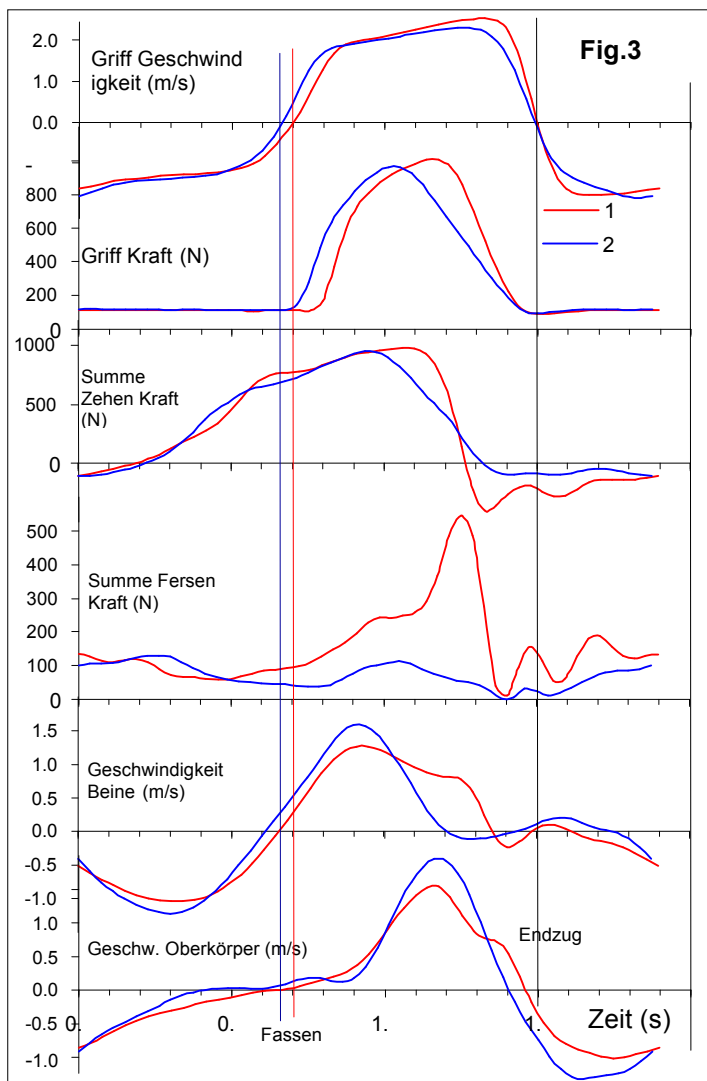


Die Fersenkraft steigt langsam an direkt nach dem Fassen, und beschleunigt sich dann (Fig.2,a), wenn die Oberkörpergeschwindigkeit ihr Maximum erreicht hat. Die Zehenkraft beginnt sich zur selben Zeit zu verringern und die Gesamtstembrettkraft geht damit auch runter. Interessanterweise wird die Fersenkraft zu dem Zeitpunkt größer als die Zehenkraft, wenn die Gesamtstembrettkraft unter den Level der Griffkraft absinkt (b). Kurz nach diesem Moment wird die Zehenkraft negativ – der Ruderer beginnt an den Fußriemen zu ziehen, während gleichzeitig die Fersenkraft ihr Maximum erreicht.

Zehen, Fersen und die Gesamtstembrettkraft wurden während des Durchzuges gemittelt, und das Verhältnis Rt der durchschnittlichen Zehenkraft zur Gesamtstembrettkraft, was den Anteil der durch die Zehen übertragenen Stembrettkraft anzeigt, wurde abgeleitet. In der getesteten Gruppe reichte dieser Anteil von 53.2% bis 92.6%. Es wurde herausgefunden, dass Rt umgekehrt proportional zur Leistungsstärke der Ruderer ist (Tabelle.1): Von Gruppe C bis A verringert es sich von 83.6% herunter bis 73.7%, was bedeutet **bessere Ruderer übertragen relativ mehr Kraft durch die Fersen.**

| Gruppe | Zehen Anteil (%) @ Schlagfrequenz | | | | Durchschnitt |
|--------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|--------------|
| | 20 | 26 | 32 | 41 | |
| A | 72.1% | 71.7% | 72.8% | 78.2% | 73.7% |
| B | 78.1% | 79.4% | 78.2% | 79.5% | 78.8% |
| C | 82.3% | 80.6% | 84.0% | 88.7% | 83.9% |
| Durchschnitt | 77.9% | 77.6% | 78.7% | 82.4% | 79.2% |

Um den Unterschied in der Anwendung der Stembrettkraft zu analysieren, wurden zwei Skuller mit gegensätzlichen Werten von Rt ausgewählt: 69.5% für Skuller 1 und 90.3% für Skuller 2 (Fig.3).



Ruderer 2 überträgt praktisch alle Kraft durch die Zehen, was auch visuell beobachtet wurde – seine Fersen waren während der zweiten Hälfte im Durchzug vom Stemmbrett abgelöst, während seine Kraftkurve niedriger war als die von Skuller 1. Diese Regelmäßigkeit wurde statistisch bestätigt: **Rt** hat positive Korrelation $r=0.49$ mit dem Endzugkraft-Gradienten, und negative Korrelation $r=-0.50$ mit der Position des Kraftmaximums. Das bedeutet **bessere Kraftübertragung durch die Fersen hilft die Griffkraft in der zweiten Durchzugshälfte aufrechtzuerhalten.**