

Stabilität und Variabilität (Schwankungen) der Bewegungen des Ruderers

Rudern ist eine zyklische Sportart, was bedeutet, sie erfordert einen ähnlichen vielfachen zyklischen Bewegungsablauf. Normalerweise braucht es 200-250 Schlagzyklen, um eine Standard Renndistanz von 2000m abzudecken. Visuell sehen alle Schläge gleich aus, und nur gute Experten können kleine Unterschiede wahrnehmen. Biomechanische Ausrüstung erlaubt sehr akkurate Messungen der Ruderbewegung und Software erlaubt es zu bestimmen, wie konsistent oder variabel die Bewegungen eines jeden Ruderers in einer Mannschaft sind.

Die einfachste Messung der Konsistenz ist die Messung der Schlagfrequenz und ihre Schwankungen: je größer die Schwankungen, desto geringer die Konsistenz oder Stabilität und umgekehrt. Normalerweise gibt ein Trainer den Ruderern die Aufgabe, eine bestimmte Strecke mit einer bestimmten Schlagfrequenz zu rudern. Wenn alle Teilabschnitte aufgezeichnet wurden, ist es möglich, daraus die durchschnittliche Schlagfrequenz *AV* über die Strecke und ihre Standardabweichung *SD* abzuleiten. Das allgemeine Maß für die Konsistenz ist die Schwankung (Variation) *VAR*, die gleich dem Verhältnis von der *SD* zum Durchschnitt ist:

$$VAR = SD / AV \quad (1)$$

In unserer *BioRowTel* Software wird dieser Arbeitsgang jedes Mal vor der Aufbereitung der typischen Muster über die Messung durchgeführt. Dann werden die Daten gefiltert und alle Ruderschläge, die sich außerhalb einer gewissen Skala befinden (normalerweise $\pm 2SD$), werden aussortiert, um verlässliche durchschnittliche Muster zu erstellen.

Mannschaften von internationalem Format haben normalerweise eine Schwankung bei der Schlagfrequenz innerhalb von 1%, aber Anfänger können schon bis zu 4-5% haben. Um das in absolute Zahlen umzuwandeln, können wir eine statistische Regel anwenden und, sagen wir, daß 99,7% der Daten innerhalb der $\pm 3SD$ Skala (die Normalverteilung vorausgesetzt) verbleiben. Bei 32spm bedeutet 1% Schwankung praktisch, daß alle Schläge zwischen Frequenzen von 31-33spm sind, aber 5% Schwankung bedeutet eine Skala von 27-37spm.

Normalerweise analysieren wir Ansammlungen von durchschnittlichen Werten von jeder biomechanischen Variablen (Winkel, Kräfte, Beschleunigungen, etc.), die typische Muster (Kurven) der Rudertechnik über den Messzeitraum repräsentieren. Die *BioRowTel* Software erlaubt auch das Ableiten der *SD*-Werte für jede Variable zu jedem Zeitpunkt des Schlagzyklus,

was dann die Schwankungen bei den Bewegungen des Ruderers repräsentiert.

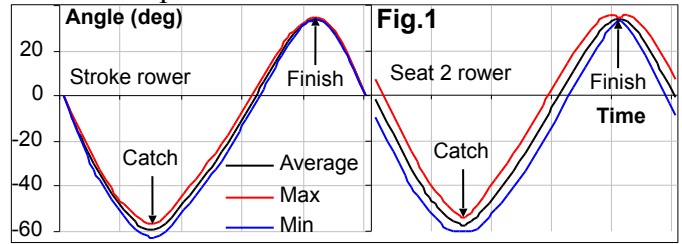
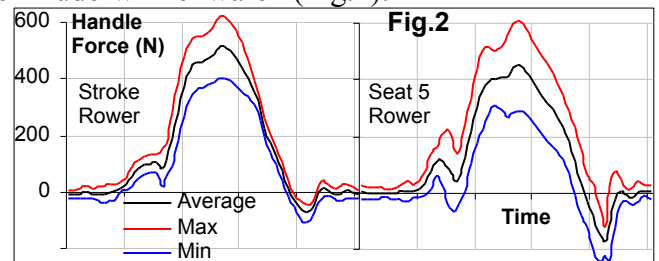


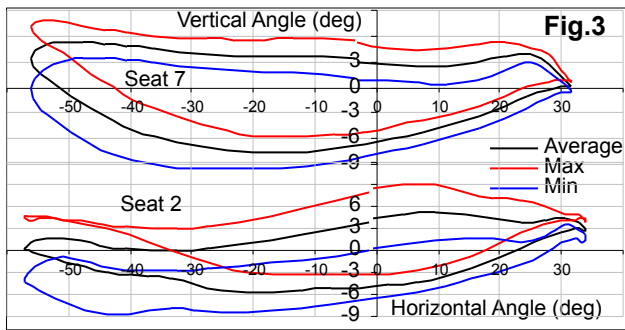
Fig.1 zeigt die durchschnittlichen Kurven des Ruderwinkels und seine maximalen (+3SD) und minimalen (-3SD) Kurven von zwei Ruderern in einer Universitäts-Achtermannschaft bei Schlagfrequenz 36 spm. Man fand heraus, daß der Schlagmann die geringsten Schwankungen in der Mannschaft hatte (die durchschnittliche SD über den Schlagzyklus ist 0.7Grad = 0.8% VAR relativ zur Winkelamplitude), und der Ruderer auf Platz 2 hatte die größten Schwankungen (SD 2.1Grad = 2.3% VAR). Beim Ruderwinkel hatten alle Ruderer größere Schwankungen in der Auslage (durchschnittliche SD = 1.1Grad) als im Endzug (SD = 0.5Grad). Diese Tatsache veranschaulicht den Punkt, daß **die Koordination in der Auslage für die Bewegungen der Ruderer schwieriger ist als der Endzug**, wo die Position des Ruders recht fest definiert ist mit der Bootseinstellung und Haltung des Ruderers.

Die Schwankungen der Griffkraft, so fand man heraus, waren auf einem viel höheren Level als sie für den Ruderwinkel waren (Fig.2):

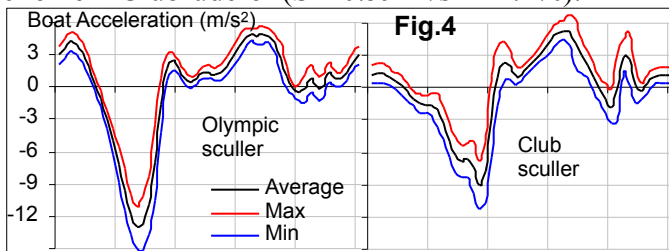


Der Schlagmann in dieser Mannschaft hatte auch die geringsten Schwankungen bei der Kraft (durchschnittliche SD 16N = 5.7% VAR), Ruderer Nr.5 hatte die größten Schwankungen (SD 29N = 12.6% VAR). Diese Tatsache kann damit erklärt werden, daß **Mannschaftsrunderer eine höhere Komplexität bei ihren Bewegungen haben, weil sie sie noch mit dem Schlagmann, der Rhythmus und Timing für die Mannschaft vorgibt, koordinieren müssen.**

Die Schwankungen beim vertikalen Winkel (Fig.3) waren auch hoch, aber der Schlagmann war hier nicht der beste. Das war zufällig in der Mannschaft verteilt, wobei Ruderer Nr.7 die geringsten Schwankungen hatte (SD 0.7Grad = 5.3% VAR) und Nr.2 hatte die größten Schwankungen (SD 1.0Grad = 10.1% VAR).



Die Bootsbeschleunigung als eine resultierende Variable (RBN 2012/11) reflektiert die Konsistenz der Rudertechnik einer gesamten Rudermannschaft, wobei man herausfand, daß sie bei Eliterudern viel höher ist. Fig.4 zeigt die Schwankungen bei der Bootsbeschleunigung bei 36 spm bei einem Einerruderer von Olympischem Format (SD $0.31\text{m/s}^2 = 1.9\% \text{VAR}$) und bei einem Clubrunderer (SD $0.59\text{m/s}^2 = 4.1\%$).



Es gibt auf diesem Gebiet noch viele offene Fragen, die weitere Arbeit erfordern: z.B. wie die Konsistenz nahe den Nullwerten der Durchschnitte definiert werden soll, dort, wo die Schwankungen unendlich werden; Normative Werte und Funktionen.