

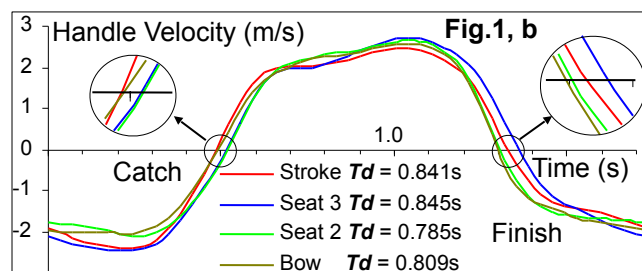
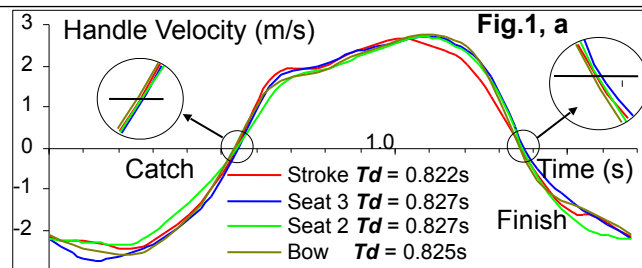
## Frage&Antwort

**F:** Oft erreichen uns Fragen von Trainern, die da lauten: "Wie kann ich die Bootseinstellungen verändern, damit alle Ruderer mit denselben Winkeln rudern, wenn sie verschieden groß sind und sie auch physisch verschieden stark sind?"

**A:** Aus verschiedenen Gründen ist die zeitliche Abstimmung der Bewegungen der Ruderer und die Kraftanwendung in Auslage und Endzug das oberste Gebot für effektives Rudern. Es gibt keine direkte biomechanische Begründung, warum die Ruderwinkel und Durchzugslängen für alle Mannschaftsmitglieder die gleichen sein müssen. Wie auch immer, die räumlichen Variablen hängen eng mit der zeitlichen Abstimmung (Timing) zusammen und sind deshalb wichtig für die Synchronisation.

Die Ruderer einer Mannschaft sind mechanisch über das Stembrett und den Bootskörper miteinander verbunden. Das kann am Konzept des „Trampolin-Effektes“ (RBN 2006/07) veranschaulicht werden, was die Aufsummierung der Beschleunigungen von Boot und Ruderermasse erklärt. Stell Dir vor, zwei Springer springen auf demselben Trampolin und kommen zu verschiedenen Zeitpunkten auf: wenn es zurückfedert, um den ersten Springer nach oben zu beschleunigen, kommt gerade in dem Moment der zweite Springer auf. Die Beschleunigung des Trampolins würde durch den Aufprall des zweiten Springers abrupt gestoppt und der erste Springer kann nicht hochspringen. Der zweite Springer würde einen Stoß vom Trampolin bekommen, das sich schnell gegen seine Füße bewegt, und er liefe Gefahr sich zu verletzen. Deshalb müssen sich die Ruderer synchron bewegen und auch die Kräfte synchron anwenden, sonst würde sich die Effektivität der Mannschaft verringern.

Die einfachste Methode, die Synchronisation zu messen, ist, wenn man die Zeitpunkte von Auslage und Endzug überprüft, dann, wenn sich die Bewegungsrichtungen der Ruder ändern. Das kann mit einer Videoanalyse Bild-für-Bild gemacht werden (ein Hochgeschwindigkeits-Video wird empfohlen für mehr Akkuratess) oder mit biomechanischer Ausrüstung (Telemetrie-System). Mit letzterer Methode kann die Griffgeschwindigkeit vom gemessenen Ruderwinkel und dem bekannten aktuellen Innenhebel abgeleitet werden. Fig.1 zeigt die Muster der Griffgeschwindigkeit in zwei M4-



- Die erste Mannschaft (a) auf WM-Medaillen-Niveau hat eine sehr gute Synchronisation beim Fassen (max. Zeit Differenz  $\Delta T=12$  ms) und im Endzug ( $\Delta T=13$  ms).
- Die zweite Mannschaft (b) auf Club-Niveau hat eine schlechte Synchronisation sowohl beim Fassen ( $\Delta T=34$ ms) als auch im Endzug ( $\Delta T=61$ ms).

Wie könnte die Synchronisation in einer Mannschaft verbessert werden? **Die Synchronisation beim Fassen hängt vollständig vom Können eines jeden Mannschaftsmitgliedes ab**, was sich normalerweise mit der Erfahrung des Zusammenruderns verbessert. Die Gleichmäßigkeit des Bewegungsrhythmus eines jeden Ruderers beim Vorrollen ist sehr wichtig. Jeder Ruderer sollte den Kräften auf dem Stembrett eine besondere Aufmerksamkeit schenken, die das spezielle „Gefühl“ für das Boot und die anderen Mannschaftsmitglieder formt. Technische Übungen können die Verbesserung beschleunigen (1).

Die Synchronisation im Endzug hängt zum Einen vom Fassen und von der Dauer der Durchzugszeit ***Td*** ab. Theoretisch hängt ***Td*** von den folgenden Faktoren ab:

- Längere Winkel, weniger Kraft, Blatt tiefer eingetaucht, härtere Übersetzung vergrößern die Dauer der Durchzugszeit;
- Kürzere Winkel, mehr Kraft, Blatt flacher eingetaucht, leichtere Übersetzung verkürzen die Durchzugszeit.

Um die oben genannten Effekte zu analysieren, macht es keinen Sinn, absolute Werte zu nehmen, weil sie sich signifikant in den verschiedenen Bootsklassen und Rudererkategorien unterscheiden. Deshalb haben wir die Abweichungen jeder Variablen vom Durchschnitt in einer Mannschaft in derselben Meßfahrt analysiert. Man fand heraus, daß der Gesamtwinkel und Bogenlänge eine signifikante Korrelation ( $r=0.59$ ) mit der Durchzugszeit innerhalb einer Mannschaft hat. Die Kraftanwendung und Blatattiefe zeigte nur eine kleine und statistisch insignifikante Korrelation ( $r=-0.09$ ) mit der Abweichung von der Durchzugszeit in einer Mannschaft. Das bedeutet, daß die Durchzugszeit hauptsächlich durch ihre Länge definiert ist.

Die Durchzugszeit ***Td*** kann zur Länge des Winkelbogens ***L*** und der durchschnittlichen Griffgeschwindigkeit ***Vh.av.*** wie folgt in Zusammenhang gebracht werden:

$$Td = L / Vh.av.$$

(1)

Die augenblickliche Griffgeschwindigkeit ***Vh*** hängt vom Übersetzungsverhältnis (Verhältnis vom aktuellen Außenhebel ***Lout*** zum Innenhebel ***Lin***) ab, Bootsgeschwindigkeit ***Vb***, Ruderwinkel  **$\theta$**  und Geschwindigkeit des Blattschlupfes ***Vbl*** im Wasser.

$$Vh = (Lout / Lin) (Vb \cos(\theta) + Vbl)$$

(2)

Die Kombination der Gleichungen 1 und 2 und die gleiche Bootsgeschwindigkeit ***Vb*** und sehr ähnlichen Blattschlupf ***Vbl*** in einer Mannschaft angenommen, können wir schlußfolgern: **Zum Erreichen derselben Durchzugszeit kann die Differenz bei der Durchzugslänge mit einer entsprechend umgekehrt proportionalen Differenz beim Übersetzungsverhältnis kompensiert werden.** Z.B., ein 1% kürzerer Durchzug (etwa 1Grad oder 1.5cm), kann mit einem 1% härteren Übersetzungsverhältnis kompensiert werden (etwa 2cm längerer Außenhebel oder 1cm kürzerer Innenhebel) und umgekehrt. Wie auch immer, es könnte besser sein, wenn man an der Rudertechnik arbeitet, um ähnliche Durchzugszeit und -länge in einer Mannschaft zu erzielen.

## Referenzen

1. Williams R. 2011. All together now. Rowing & regatta. #50, March 2011, 34-35

©2011: Dr. Valery Kleshnev, [www.biorow.com](http://www.biorow.com)