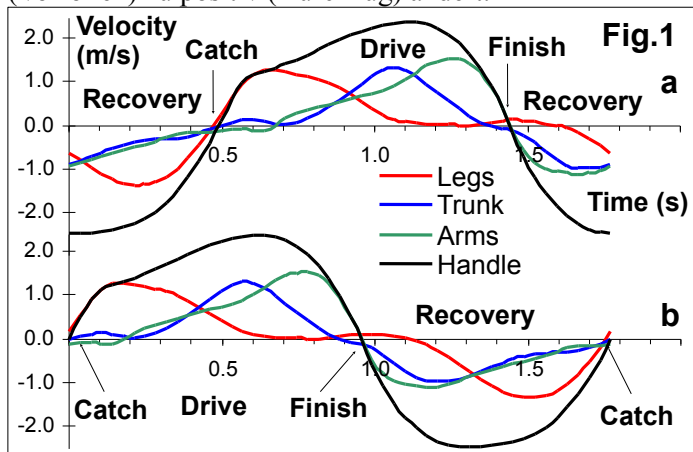


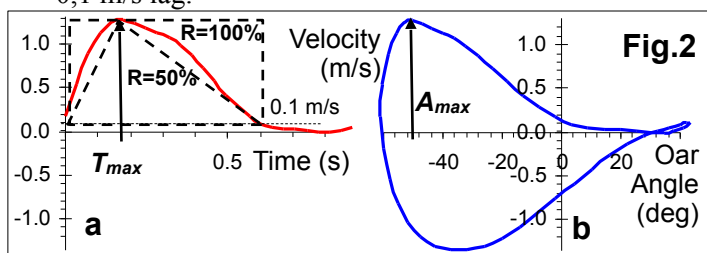
Die Biomechanik der Vorrollphase

Während die Durchzugsbewegungen des Ruderers in verschiedenen Studien (Ruder Stil, Kraftkurven, etc.) umfassend analysiert worden sind, verbleibt die Biomechanik in der Vorrollphase immer noch in einem grauen Bereich. Da beim Vorrollen keine Kräfte und Leistungen erbracht werden, sind hier die hauptsächlich analysierten Variablen die Geschwindigkeiten von Griff und Rollsit (Beine), und in den kleinen Booten auch die Geschwindigkeiten von Oberkörper und Armen. Der Standard Ausgangspunkt des Ruderschlages bei der BioRow™ Telemetrie Software ist definiert als der Moment, wo das Ruder den null Grad Winkel (wenn das Ruder rechtwinklig zur Bootslängsachse ist) während des Vorrollens kreuzt. Somit erscheinen die Geschwindigkeitskurven um den Mittelteil des Vorrollens herum als „durchbrochen“ (Fig.1,a), was es schwierig macht sie zu analysieren. Deshalb wurden sämtliche Variablen umgeformt, so daß der Schlagzyklus beim Fassen beginnt (Fig.1,b) – in dem Moment, wo die Griffgeschwindigkeit ihr Vorzeichen von negativ (Vorrollen) zu positiv (Durchzug) ändert.



Die folgenden diskreten Werte wurden dann von jeder der vier oben genannten Geschwindigkeitsvariablen abgeleitet:

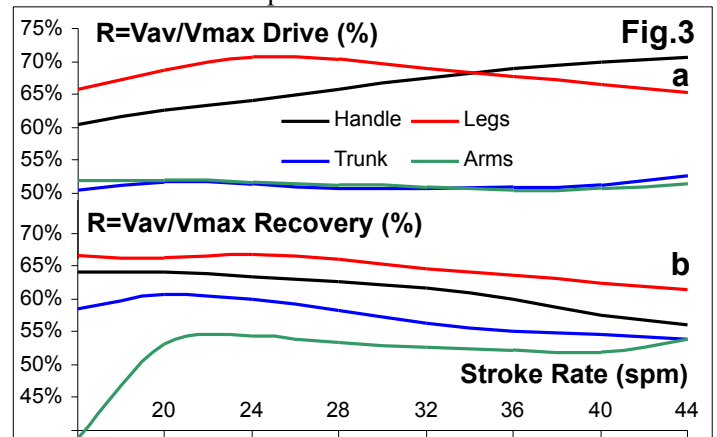
- Maximale Geschwindigkeiten (V_{max}) während des Durchzuges und des Vorrollens an ihren Punkten relativ zu den Zeitpunkten im Schlagzyklus T_{max} und der Schlaglänge (Ruderwinkel) A_{max} (Fig.2).
- Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten (V_{av}) der Griffe wurden bestimmt als das Verhältnis von Schlaglänge zu Durchzugs- und Vorrollzeiten. Andere Durchschnittsgeschwindigkeiten waren schwer zu berechnen, weil einzelne Körpersegmente während signifikanter Abschnitte des Schlagzyklus inaktiv sein könnten. Somit wurden nur Geschwindigkeiten für die Durchschnittswerte einbezogen, deren Wert über 0,1 m/s lag.



- Das Verhältnis der Durchschnitts- zur Maximalgeschwindigkeit $R = V_{av}/V_{max}$ spiegelt die Form der Kurve wieder. $R=100\%$ steht für die perfekte rechteckige Form: konstante Geschwindigkeit mit sofortiger Beschleunigung am

Beginn und Ende, was im realen Leben nicht möglich ist; $R=50\%$ für die perfekte dreieckige Form: konstante Beschleunigung bis zum Maximum, dann konstante Verzögerung.

Die statistische Analyse unserer Datenbank ($n=25658$) offenbarte, daß sämtliche Formen der Geschwindigkeitskurven zwischen 50% und 70% variierten (Fig.3), aber ihre Trends relativ zur Schlagfrequenz waren recht verschieden. Während des Durchzuges (Fig.3,a) steigt R der Griffgeschwindigkeit von 60% auf 70% bei höheren Schlagfrequenzen an. Beim Skullen sind diese Zahlen um 3-4% niedriger als beim Riemenrudern. Bei Oberkörper und Armen zeigte es nahezu konstant $R \approx 50\%$, was bedeutet, daß ihre Kurven nahe am perfekten Dreieck sind.



Während der Vorrollphase (Fig.3,b) kamen die Geschwindigkeitskurven bei höheren Schlagfrequenzen dichter an die dreieckige Form heran: R verringert sich von 64% herunter auf 55%. Im Gegensatz zum Durchzug waren die Werte beim Skullen 4-5% höher als beim Riemenrudern. Diese Befunde bedürfen noch ihrer Interpretation.

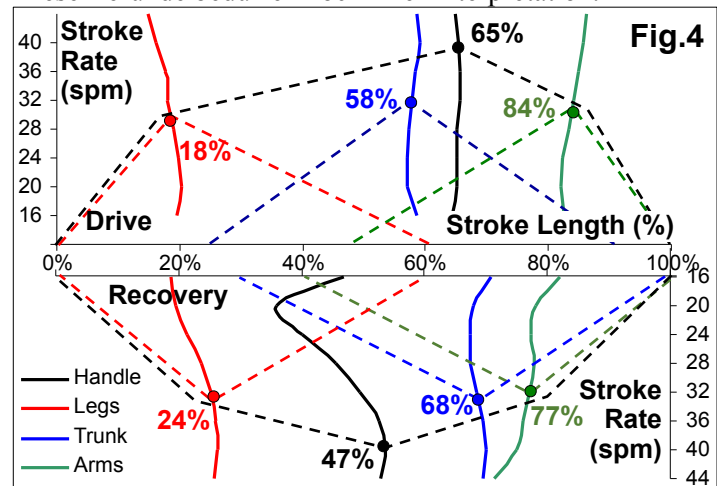


Fig.4 zeigt die durchschnittlichen A_{max} Werte, wie der Punkt der Maximalgeschwindigkeit von der Schlagfrequenz beeinflusst wird und die schematischen Kurven der Geschwindigkeiten. Es bestätigt sich, daß **die typischsten Sequenzen: Beine-Oberkörper-Arme während des Durchzuges sind und: Arme-Oberkörper-Beine während des Vorrollens.**

Eine starke Korrelation ($r=0.76$, $n=8961$) wurde zwischen den A_{max} Punkten der Oberkörpergeschwindigkeit während Durchzug und Vorrollen gefunden, was **statistisch das „Spiegel-Prinzip“ (RBN 2006/03,07) bestätigt: Eine gut abgestimmte Vorbereitung des Oberkörpers („aus der Hüfte nach vorne beugen“) auf der Hälfte des Vorrollens hängt mit seinem späteren Einsatz während des Durchzuges und der optimalen Sequenz zusammen. Eine spätere Oberkörpervorbereitung („in die Auslage fallen“) geht mit einem frühen Aufrichten des Oberkörpers im Durchzug einher, was ineffizient ist.** Für die Arme war diese Korrelation deutlich weniger signifikant ($r=0.33$), und statistisch insignifikant für die Bein- und Griffgeschwindigkeiten ($r=0.07$), was bedeutet, **daß das Spiegelprinzip für die Arme weniger und für Beine und Griffe nicht anwendbar ist.**