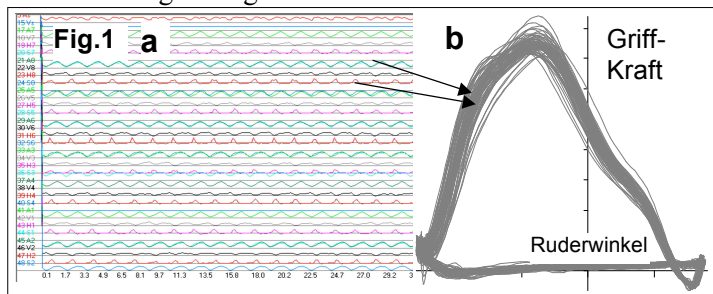


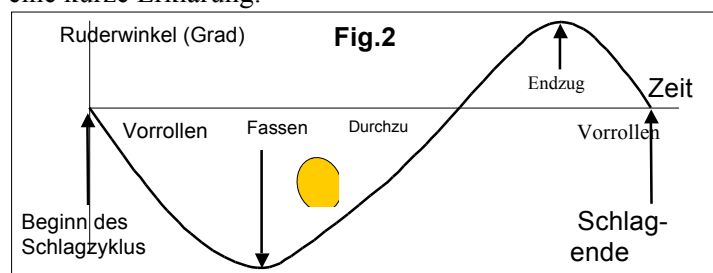
BioRow Datenanalyse

Dieser Newsletter soll Sportwissenschaftlern und allen Leuten helfen, die Ruderdaten analysieren. Er könnte für die meisten Ruderer und Trainer ein wenig kompliziert sein.

Wenn Rudern mit irgendeinem Telemetriesystem gemessen wird, dann sehen die Rohdaten wie eine lange Reihe von Wellen aus, wo jeder Peak einen Schlagzyklus repräsentiert (Fig.1, a). Die Anzahl der absolvierten Ruderschläge (normalerweise 200-250 für einen 2km Test) multipliziert mit der Anzahl der Kanäle (z.B. werden 48 Kanäle normalerweise in einem Achter gemessen: horizontale und vertikale Ruderwinkel, Griffkraft und Sitzposition von allen 8 Ruderern + 16 Kanäle vom Bootsrumph) machen die Anzahl von Daten überwältigend und schwierig zu begreifen.



Ein weit verbreiteter Weg zur Darstellung der zyklischen Ruderdaten ist das Plotten auf einem X-Y-Diagramm, wobei die X-Koordinate den Ruderwinkel oder die Griffposition auf dem Ergometer repräsentiert. Als ein Beispiel beschreibt Fig.1 b die Kurve der Griffkraft in dem beschriebenen Weg. Obwohl diese Art der Beschreibung verständlicher ist und einen besseren Eindruck von Rudertechnik vermittelt, ist es für eine präzise numerische Auswertung, Vergleich und Modellierung von Ruderbiomechanik nicht nützlich. Das Schlüsselement der BioRow Datenanalyse ist ein Algorithmus der Datenmittelung, der es erlaubt, die Informationen von unzähligen gesammelten Ruderschlägen in einen einzelnen typischen Ruderschlag umzuwandeln. Er wurde in den Jahren 1991-93 (1) entwickelt und wurde mehr als 25 Jahre sowohl zur Analyse im Boot und auf dem Ergometer genutzt, als auch in anderen zyklischen Sportarten (Paddeln und Schwimmen). Diese Methode erlaubt eine effektive Datenanalyse, -speicherung, -vergleich, und sehr genaues Feedback und Interpretation für Ruderer und Trainer. Hier eine kurze Erklärung.

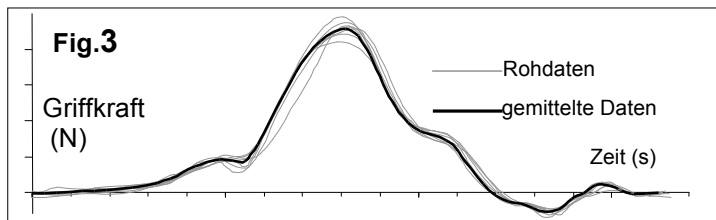


Erst sollte der Schlagzyklus identifiziert werden (Fig.2). Dafür nutzen wir Ruderwinkelndaten (oder die Griffposition auf einer Rudermaschine) und definieren den Beginn des Schlagzyklus in dem Moment, wo der Winkel durch null geht während

des Vorrollens (Ruder rechtwinklig zur Bootslängsachse, oder wenn der Griff der Rudermaschine die Knie passiert). Dieser Punkt wurde gewählt, weil er der Punkt mit dem meisten Leerlauf im Schlag ist ohne scharfe Wechsel bei der Bewegung des Ruderers, wo es möglich ist, ganz einfach eine Pause zu machen. Einige andere Systeme nehmen das Wasserfassen als Beginn des Schlagzyklus, was diese sehr schnelle und wichtige Phase des Schlages auseinanderbricht und schwer macht zu analysieren. Auch ist es nicht natürlich in der Auslage beim Wasserfassen eine Pause einzulegen. In Mannschaftsbooten werden nur Daten von einem Ruder (beim Skullen normalerweise das Backbordskull des Schlagmannes) bestimmt, was eine perfekte Synchronisation der Daten erlaubt.

Der Prozess der Datenmittelung beginnt mit der Bestimmung der Anzahl der Ruderschläge in dem ausgewählten Abschnitt, Berechnung der durchschnittlichen Schlagfrequenz SR_{av} und seiner Standardabweichung SR_{sd} . Dann werden die Ruderschläge gefiltert und nur die Ruderschläge, die sich im Bereich $SR_{av} \pm k \cdot SR_{sd}$ befinden, werden zur Mittelung herangezogen, wobei $k=1$ normalerweise für starkes Filtern gewählt wird, 2 – für mittleres Filtern und 3 – leichtes Filtern. Das Filtern ist notwendig, weil die hohe Variation der Schlagfrequenz die typischen Schlagmuster unzuverlässig macht: Es macht keinen Sinn, das Rudern von 20 Schlägen/Minute mit 40 Schlägen/Minute zu mitteln.

Zyklen von verschiedenen Schlagfrequenzen haben verschiedene Anzahlen von Datenmeßpunkten, so haben z.B. die Schlagzyklen bei 25Hz Abtastfrequenz bei einer Schlagfrequenz von 20 Schlägen/Minute 75 Datenmeßpunkte, aber bei Schlagfrequenz 44/Minute sind es nur 34 Meßpunkte, was diese Daten schwierig zu behandeln macht. Deshalb werden nur Sätze mit einer festen Anzahl an Meßpunkten n zur Mittelung der Daten genutzt ($n=50$ wurde ausgewählt). Nach der Filterung werden diese Datensätze für jeden Datenkanal erstellt, und sog. Zeitstempel T_i werden jedem Punkt zugeordnet, wobei $T_i = (60/SR_{av})/n$ ist. Bei den Rohdaten ist die Zeit vom Beginn des Schlagzyklus zu jedem Datenpunkt verschieden in den verschiedenen Ruderschlägen (die Perioden im Schlagzyklus sind immer leicht verschieden), was bedeutet, daß sie zu verschiedenen Phasen im Schlagzyklus gehören und nicht gemittelt werden sollten. Deshalb werden die Rohdaten interpoliert, um einen Wert zum Zeitpunkt T_i für jeden Punkt des gemittelten Datensatzes abzuleiten. Und dann werden diese Werte für alle Schlagzyklen in der Messung gemittelt. Mit anderen Worten, die Zeitdauer der rohen Schlagzyklen schrumpft oder streckt sich auf der X-Achse, um sie an die Dauer der durchschnittlichen Schlagzyklen anzupassen. Fig. 3 repräsentiert graphisch die Roh- und gemittelten Daten für die Griffkraft. Es kann auch die Standardabweichung für jeden Punkt T_i abgeleitet werden, was eine Auswertung der Variabilität der Rudertechnik erlaubt (RBN 12/2012).



Zur Überprüfung der Gültigkeit dieser Methode wurden verschiedene Ruderkriterien für jeden Schlag aus den Rohdaten (V_{raw}) abgeleitet, dann wurden ihre gemittelten Werte ($V_{raw.av}$) verglichen mit den selben Kriterien, die von den gemittelten Datensätzen V_{av} stammen (siehe Tabelle 1 im Anhang weiter unten). Es wurde herausgefunden, daß V_{av} Werte leicht niedriger waren als $V_{raw.av}$, und für die meisten Kriterien war der Unterschied innerhalb von 0,5%. Wichtig ist, daß der Unterschied bei der durchschnittlichen Kraft deutlich kleiner war (0.19%) als wie für die maximale Kraft (1.11%), was mit der Ableitung des Timings der Kraftspitze in jedem Schlag erklärt werden kann, was die Durchschnittskurve runder mit niedrigerer Spitze macht. Aber das beeinflusst die Fläche unter der Kurve nicht signifikant.

In der Schlußfolgerung arbeitet der BioRow Mittelungsalgorithmus korrekt und verlässlich und stellt eine effektive Datenanalyse und Feedback für Rudern und andere zyklische Sportarten bereit.

References

1. Kleshnev V, 1996 *Computer Technologies for Training in Cyclic Sports*. In: *Current Research in Sport Sciences*, by V.Rogozkin & R.Maughan, Plenum Press, p.137-146

Anhang 1 zu RBN 12/2017

Tabelle 1. Ruderkriterien für JM8+ bei 37 Schläge/Minute gemittelt für 8 Schläge

	Kriterium	$V_{raw.av}$	$V_{raw.SD}$	$V_{av.}$	$Diff = V_{raw.av} - V_{av.}$	$Diff.(%)$
1	Schlagfrequenz (str/min)	37.1	1.17	37.0	0.11	0.30%
2	Auslagewinkel (Grad)	-51.6	0.55	-51.4	-0.21	0.42%
3	Endzugwinkel (Grad)	32.0	0.33	31.8	0.19	0.58%
4	Gesamtwinkel (Grad)	83.6	0.81	83.2	0.40	0.48%
5	Vertikaler Schlupf in Auslage bei -3 (Grad)	13.5	0.86	13.0	0.51	3.78%
6	Vertical Release Slip at -3 (Grad)	16.6	1.15	15.9	0.63	3.78%
7	Max. Kraft (N)	488.5	10.95	483.1	5.42	1.11%
8	Durchschnittliche Kraft (N)	195.2	5.03	194.8	0.36	0.19%
9	Verhältnis Durchschnitt / Max Kraft (%)	40.9%	0.7%	41.3%	-0.4%	-0.87%
10	Position der Kraftspitze (% der SL)	33.5%	1.8%	32.3%	1.2%	3.59%
11	Auslage Kraft gradient (Grad)	14.1	0.29	14.0	0.13	0.92%
12	Endzug Kraft gradient (Grad)	40.7	2.16	38.7	2.00	4.90%
13	Kraft "Schlupf" (Grad)	8.7	0.35	8.6	0.08	0.95%
14	Kraft "Auswaschen" (Grad)	30.1	0.84	29.8	0.38	1.26%
15	Arbeit pro Schlag (J)	348.2	11.50	345.9	2.31	0.66%
16	Ruderleistung (W)	215.3	11.10	213.2	2.11	0.98%
17	Beinweg (m)	0.56	0.00	0.55	0.003	0.49%
18	Max. Beingeschwindigkeit (m/s)	1.37	0.02	1.36	0.002	0.18%
19	Catch Factor (ms)	-37.7	2.46	-36.6	-1.13	3.01%
20	Ruder Style Factor (%)	89.3%	1.9%	89.5%	-0.2%	-0.25%