

☺ **Liebe**



**Rudertrainer, Ruderer und die gesamte Rudergemeinde, wir wünschen Euch ein schönes Weihnachtsfest und ein gutes Neues Jahr 2004!**

**Fakten. Wußtest Du, daß...**

✓ ...die Schwankungen bei der Bootsgeschwindigkeit im Rennen die Leistung beeinflussen? Bei den letzten Weltmeisterschaften wurde die gleichmäßigste Verteilung der Aufwendungen beim W8+AUS und GER gefunden (0.01 und 0.03s Verlust) und die größten Schwankungen der Bootsgeschwindigkeit wurden beim M4xGER und W2-USA (1.23 und 1.32s Verlust) gefunden. Die durchschnittlichen Verluste betragen  $0.52 \pm 0.38s$ . Laßt uns erklären, wie wir diese Werte erhalten haben.

Die Daten wurden von den offiziellen 500m Abschnitten und 2000m Zeiten genommen. Die Bootsgeschwindigkeiten  $V_1-V_4$  wurden für jeden Abschnitt und auf den Durchschnitt über das Rennen  $V_{2000}$  erstellt (z.B. M1x Finale A):

#	Nation	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_{2000}$	Stdev (s)	Var (%)
1	NOR	5.07	4.77	4.92	4.95	4.92	0.12	2.49%
2	GER	5.16	4.77	4.85	4.86	4.91	0.17	3.50%
3	SLO	5.01	4.81	4.90	4.88	4.90	0.08	1.69%
4	CZE	4.98	4.73	4.81	4.77	4.82	0.11	2.32%
5	AUS	5.04	4.69	4.75	4.70	4.79	0.16	3.39%
6	AUT	4.95	4.61	4.61	4.66	4.70	0.16	3.50%

Die beiden letzten Säulen in dieser Tabelle sind die Standardabweichung **Stdev** der vier Bootsgeschwindigkeiten über jeden 500m Abschnitt und die Schwankung **Var** der Bootsgeschwindigkeit, die das Verhältnis von **Stdev** zu  $V_{2000}$  ist.

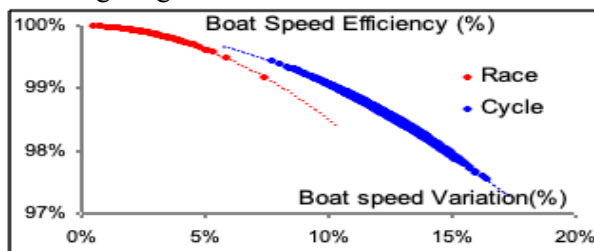
Wenn wir die Bootsgeschwindigkeit  $V$  haben, dann kann die Vortriebsleistung  $P$  über jeden 500m Abschnitt mit der Formel  $P = k V^3$  abgeschätzt werden, wobei  $k$  der Bremsfaktor ist, der vom Bootstyp und dem Wetter abhängt (3.22 im Durchschnitt für den 1x). Der Durchschnitt dieser vier Werte ist die Leistungserbringung über 2000m:

Leistung (W)					$V_{ideal}$	$T_{ideal}$	Verlust	Geschwindigkeit
$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_{2000}$	(m/s)	(m:s.0)	(s)	Effic.
419	349	383	391	386	4.93	6:45.77	0.38	99.91%
443	349	368	371	383	4.92	6:46.73	0.74	99.82%
404	358	379	374	379	4.90	6:48.14	0.17	99.96%
398	340	358	350	362	4.82	6:54.53	0.33	99.92%
411	333	345	335	356	4.80	6:56.69	0.71	99.83%
391	316	315	326	337	4.71	7:04.53	0.77	99.82%

Wenn wir die Formel nach  $V$  umformen,  $V = \sqrt[3]{P/k}$ , dann können wir die ideale Bootsgeschwindigkeit  $V_{ideal}$  und Zeit  $T_{ideal}$  ableiten, die erreicht werden kann bei absolut gleichmäßiger Verteilung der gegebenen Leistung über das Rennen. Die Differenz von dieser Zeit zur offiziellen Rennzeit ist der Verlust in Sekunden, und das Verhältnis der korrespondierenden Bootsgeschwindigkeiten ist die Bootsgeschwindigkeitseffizienz in %:  $Ev = V_{2000} / V_{ideal}$ .

Die Geschwindigkeitseffizienz  $Ev$  kann von der Standard mechanischen Effizienz  $Ep$  (welche das Verhältnis der realen und idealen Leistungen ist) mit der Formel  $Ev = \sqrt[3]{Ep}$  abgeleitet werden. Die Effizienz hängt nicht vom Bremsfaktor und der absoluten Bootsgeschwindigkeit ab, wohl aber die Verluste: Je geringer die Geschwindigkeit, desto höher die Verluste. Der Verlust  $L$  (s) kann von der Bootsgeschwindigkeit  $V$  und seiner Effizienz  $Ev$ :  $L = 2000/V - 2000/(V \cdot Ev)$  abgeleitet werden.

- ✓ ... die Verluste, die durch die Schwankungen innerhalb des Schlagzyklus verursacht werden, viel signifikanter sind? Sie reichen von 3-13s und sind gleich zu  $6.8 \pm 1.8s$  im Durchschnitt für Trainings- und Renngeschwindigkeiten. Die Schwankung bei der Bootsgeschwindigkeit hat eine moderate positive Korrelation mit der Schlagfrequenz ( $r=0.34$ ) und die Effizienz hat eine negative Korrelation ( $r= -0.39$ ), aber die Verluste hängen nicht von der Schlagfrequenz ab. Die Geschwindigkeitseffizienz und ihre Schwankungen korrelieren sehr gut miteinander: Je höher die Schwankungen desto geringer die Effizienz:



Sie können ganz einfach ineinander umgewandelt werden mit den Formeln  $Ev = 1 - 1.5 * Var^2$  für das Rennen und  $Ev = 1 - 0.9 * Var^2$  im Schlagzyklus.

### **Ideen. Was wäre, wenn...**

- ? ...wir versuchen, die Verluste, die durch die Bootsgeschwindigkeitsschwankungen erzeugt werden, zu minimieren? Die Analyse von Rennstrategien, die zum Sieg führen (RBN 10/2002), hat gezeigt, daß die meisten Sieger die gleichmäßige Verteilung ihrer Anstrengungen zugunsten einer schnelleren Bootsgeschwindigkeit auf den ersten 500m opfern. Das Beispiel oben zeigt uns, daß der Gewinner der Bronzemedaille 0.57s geringere Verluste hatte als der Gewinner der Silbermedaille, was aber nicht genug war, um ihn zu überholen.

Im Gegensatz dazu variiert die Effizienz innerhalb des Ruderschlages recht signifikant und hängt von der Technik ab, die die Mannschaft anwendet. Drei Techniken wurden im vorigen RBN 11/2003, Beispiel eins, gezeigt. Der Ruderer 1 mit der besseren Technik hatte eine Geschwindigkeitseffizienz von 98.09% und Ruderer 3 hatte lediglich 97.78%, was 1.6s höheren Verlusten über 2000m entspricht.

### **Contact Us:**

✉ ©2003 Dr. Valery Kleshnev, AIS/Biomechanics  
 tel. (+61 2) 6214 1659, (m) 0413 223 290, fax: 6214 1593  
 e-mail: [kleshnev@ausport.gov.au](mailto:kleshnev@ausport.gov.au)