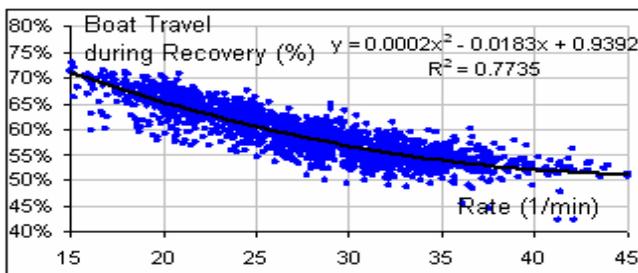
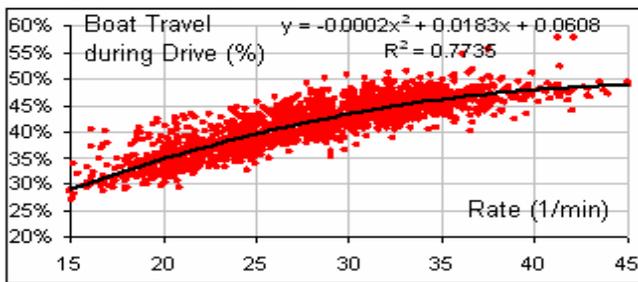


**Frage&Antwort**

**F:** Der Australische Trainer Nick Garratt vom Mosman Rowing Club, Sydney fragte: "Können wir das Verhältnis der Distanzen, die das Boot während des Durchzuges und Vorrollens zurücklegt, als einen Indikator für die Leistung/Effizienz der Rudertechnik nutzen?"

**A:** Die Distanz, die das Boot während des Durchzuges und des Vorrollens zurücklegt, hängt hauptsächlich von der Dauer dieser Phasen ab. Somit hängt das Verhältnis der Distanzen vom Verhältnis der Zeiten, d.h. vom Ruderrhythmus ab. Wir definieren den Rhythmus als das Verhältnis von der Durchzugszeit zur Gesamtzeit des Schlagzyklus (RBN 2003/03). Sowohl Rhythmus als auch das Verhältnis der Distanzen hängen sehr stark von der Schlagfrequenz ab. Unten sind die Trends von den Distanzen aufgezeigt, die das Boot während der Durchzugs- und Vorrollphase zurücklegt. Sie sind als prozentualer Anteil zur Gesamtdistanz des Schlagzyklus aufgetragen:



Bei Schlagfrequenzen unter 20 spm bewegt sich das Boot lediglich ein Drittel der Distanz während des Durchzuges. Bei Schlagfrequenzen über 40 spm ist das Verhältnis nahe an 50%.

Wir versuchten den Einfluß der Schlagfrequenz auszuschließen und analysierten die Restwerte vom Trend, aber wir fanden keine signifikanten Korrelationen dieser beiden Parameter mit anderen biomechanischen Variablen (Kräfte, Winkel, Leistung, etc.). Der wahrscheinliche Grund dafür könnte sein: eine höhere Kraft/Leistung erhöht die Bootsbeschleunigung während des Durchzuges,

verkürzt aber die Durchzugszeit, somit bleibt die zurückgelegte Distanz dieselbe.

**F:** Einige Trainer fragten uns über das Verhältnis von Ergometerleistung zu Wasserleistung, was mit der Ruderleistung und seiner Nutzbarmachung zusammenhängt. Wir haben bereits die Ruderleistung diskutiert (RBN 01/2002, 06/2004, 09/2004), aber nun werden wir noch einmal auf diese Fragestellung eingehen, um es klarer und für die Trainer und Ruderer nutzbarer zu machen.

**A:** Mit der Ergometerleistung ("ergo score")  $T_r$  können wir die durchschnittliche „Geschwindigkeit“  $v$  auf dem Ergometer ableiten und dann die Leistung  $P$  entweder direkt vom Ergometermonitor ablesen oder mit der Gleichung

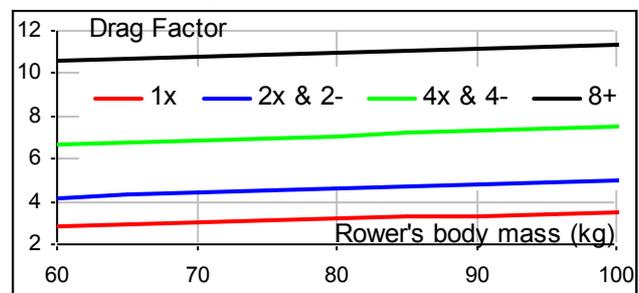
$$P = DFE * V^3 = DFE (2000 / T)^3$$

ableiten, wobei der Dragfaktor auf dem Ergometer mit  $DFE = 2.8$  recht verlässlich aus den Statistiken der Ergometertestungen definiert wurde.

Dann müssen wir bestimmen, welche Geschwindigkeit in den verschiedenen Bootsklassen erreicht werden kann, vorausgesetzt, daß der Ruderer dieselbe Leistung  $P$  an den Rudergriff abgibt. Nur ein Teil der Gesamtleistung  $P$  wird an das Boot als Vortriebsleistung  $P_{prop}$  abgegeben, deshalb müssen wir  $P$  um die Vortriebseffizienz am Blatt  $E_b$  justieren. Die Gleichung für die Bootsgeschwindigkeit lautet dann:

$$V = (P_{prop} / DFB)^{1/3} = (P * E_b / DFB)^{1/3}$$

wobei  $DFB$  der bootsspezifische Dragfaktor ist. Bei der Analyse unserer Datenbank fanden wir heraus, daß  $DFB$  von der Körpermasse des Ruderers abhängt (siehe auch Tabelle 1):



Die Vortriebseffizienz des Blattes variiert zwischen den verschiedenen Bootsklassen und hängt rekursiv von der Bootsgeschwindigkeit und dem Dragfaktor ab, was unser Modell dann recht kompliziert machen kann. Deshalb nahmen wir nur den Durchschnittswert von 81,6% für alle Bootsklassen.

Die berechnete Geschwindigkeit für den Einer korrespondiert recht gut mit der Ergometerleistung (ergo score): sagen wir, **ein 90kg schwerer Skuller mit einer Ergometerleistung von 5:50 würde auf dem Wasser eine 6:38 erbringen (bei neutralen Wetterbedingungen und durchschnittlicher Rudertechnik)**. Wie auch immer, bei den größeren Booten erhielten wir viel größere Geschwindigkeiten: z.B. würde ein Achter mit einer durchschnittlichen Körpermasse von 90kg und einer durchschnittlichen Ergometerleistung von 6:00 eine 5:06 auf dem Wasser rudern. Wir haben bereits dieses Phänomen im Verhältnis mit den „Gold-Zeiten“ in RBN 11/2005 diskutiert und können nur darüber spekulieren, warum die Ruderer in den größeren Booten nicht dieselbe Leistung abliefern können wie sie sie auf dem Ergometer erzeugen. Wahrscheinlich sind die Bedingungen schwieriger (höhere Geschwindigkeit, Synchronisation, etc.). Deshalb nahmen wir für die Mannschaftsboote das durchschnittliche Verhältnis ihrer Geschwindigkeit zur Geschwindigkeit im Einer bei gleichem Ruderergewicht. Tabelle 2 unten zeigt die Daten für Ruderermassen von 60, 70, 80, 90 und 100kg.

**Contact Us:**

✉ ©2007 Dr. Valery Kleshnev, EIS, Bisham Abbey  
[www.biorow.com](http://www.biorow.com) e-mail: [kleval@btinternet.com](mailto:kleval@btinternet.com)

**Tabelle 1. Funktionen des Dragfaktor auf die Ruderermasse in verschiedenen Bootsklassen.**

Boot	n	Gleichung DFB (Ruderermasse)	r
1x	366	$y = 0.015750x + 1.930169$	0.47
2x & 2-	566	$y = 0.020972x + 2.931142$	0.32
4x & 4-	388	$y = 0.022704x + 5.270209$	0.31
8+	115	$y = 0.020116x + 9.363559$	0.24

**Tabelle 2. Funktion der Bootsgeschwindigkeit auf die Ergometerleistung für verschiedene Körpergewichte.**

Körpergewicht (kg)= 60							
Ergo Score (min:sec)	Power (W)	Time 2000m on water (min:sec)					
		1x	2x	4x	2-	4-	8+
6:00	480	6:29	5:59	5:35	6:11	5:37	5:22
6:10	442	6:40	6:09	5:44	6:21	5:47	5:31
6:20	408	6:50	6:19	5:53	6:32	5:56	5:40
6:30	378	7:01	6:29	6:03	6:42	6:06	5:49
6:40	350	7:12	6:39	6:12	6:52	6:15	5:58
6:50	325	7:23	6:49	6:21	7:03	6:24	6:07
7:00	302	7:34	6:59	6:31	7:13	6:34	6:16
7:10	282	7:44	7:09	6:40	7:23	6:43	6:25
7:20	263	7:55	7:19	6:49	7:34	6:52	6:34
7:30	246	8:06	7:29	6:59	7:44	7:02	6:43
7:40	230	8:17	7:39	7:08	7:54	7:11	6:52
7:50	216	8:27	7:49	7:17	8:04	7:21	7:01
8:00	203	8:38	7:59	7:26	8:15	7:30	7:10
8:10	190	8:49	8:09	7:36	8:25	7:39	7:19
8:20	179	9:00	8:19	7:45	8:35	7:49	7:28

Körpergewicht (kg)= 70							
Ergo Score (min:sec)	Power (W)	Time 2000m on water (min:sec)					
		1x	2x	4x	2-	4-	8+
5:50	522	6:25	5:56	5:31	6:07	5:34	5:19
6:00	480	6:36	6:06	5:41	6:18	5:43	5:28
6:10	442	6:47	6:16	5:50	6:28	5:53	5:37
6:20	408	6:58	6:26	6:00	6:39	6:03	5:46
6:30	378	7:09	6:36	6:09	6:49	6:12	5:55
6:40	350	7:20	6:46	6:19	7:00	6:22	6:05
6:50	325	7:31	6:57	6:28	7:10	6:31	6:14
7:00	302	7:42	7:07	6:38	7:21	6:41	6:23
7:10	282	7:53	7:17	6:47	7:31	6:50	6:32
7:20	263	8:04	7:27	6:57	7:42	7:00	6:41
7:30	246	8:15	7:37	7:06	7:52	7:09	6:50
7:40	230	8:26	7:47	7:15	8:03	7:19	6:59
7:50	216	8:37	7:58	7:25	8:13	7:28	7:08
8:00	203	8:48	8:08	7:34	8:24	7:38	7:17
8:10	190	8:59	8:18	7:44	8:34	7:48	7:27
8:20	179	9:10	8:28	7:53	8:45	7:57	7:36

Körpergewicht (kg)= 80							
Ergo Score (min:sec)	Power (W)	Time 2000m on water (min:sec)					
		1x	2x	4x	2-	4-	8+
5:50	522	6:31	6:02	5:37	6:13	5:40	5:24
6:00	480	6:42	6:12	5:47	6:24	5:49	5:34
6:10	442	6:54	6:22	5:56	6:35	5:59	5:43
6:20	408	7:05	6:33	6:06	6:45	6:09	5:52
6:30	378	7:16	6:43	6:16	6:56	6:18	6:01
6:40	350	7:27	6:53	6:25	7:07	6:28	6:11
6:50	325	7:38	7:04	6:35	7:17	6:38	6:20
7:00	302	7:49	7:14	6:44	7:28	6:48	6:29
7:10	282	8:01	7:24	6:54	7:39	6:57	6:39
7:20	263	8:12	7:35	7:04	7:50	7:07	6:48
7:30	246	8:23	7:45	7:13	8:00	7:17	6:57
7:40	230	8:34	7:55	7:23	8:11	7:26	7:06
7:50	216	8:45	8:06	7:33	8:22	7:36	7:16
8:00	203	8:57	8:16	7:42	8:32	7:46	7:25
8:10	190	9:08	8:26	7:52	8:43	7:55	7:34

Körpergewicht (kg)= **90**

Ergo Score (min:sec)	Power (W)	Time 2000m on water (min:sec)					
		1x	2x	4x	2-	4-	8+
5:40	570	6:26	5:57	5:33	6:09	5:35	5:20
5:50	522	6:38	6:08	5:42	6:20	5:45	5:30
6:00	480	6:49	6:18	5:52	6:30	5:55	5:39
6:10	442	7:00	6:29	6:02	6:41	6:05	5:49
6:20	408	7:12	6:39	6:12	6:52	6:15	5:58
6:30	378	7:23	6:50	6:22	7:03	6:25	6:07
6:40	350	7:34	7:00	6:31	7:14	6:34	6:17
6:50	325	7:46	7:11	6:41	7:25	6:44	6:26
7:00	302	7:57	7:21	6:51	7:35	6:54	6:36
7:10	282	8:08	7:32	7:01	7:46	7:04	6:45
7:20	263	8:20	7:42	7:11	7:57	7:14	6:54
7:30	246	8:31	7:53	7:20	8:08	7:24	7:04
7:40	230	8:43	8:03	7:30	8:19	7:34	7:13
7:50	216	8:54	8:14	7:40	8:30	7:43	7:23
8:00	203	9:05	8:24	7:50	8:40	7:53	7:32

Körpergewicht(kg)= **100**

Ergo Score (min:sec)	Power (W)	Time 2000m on water (min:sec)					
		1x	2x	4x	2-	4-	8+
5:30	623	6:21	5:52	5:28	6:03	5:30	5:16
5:40	570	6:32	6:03	5:38	6:14	5:40	5:25
5:50	522	6:44	6:13	5:48	6:25	5:50	5:35
6:00	480	6:55	6:24	5:58	6:36	6:00	5:44
6:10	442	7:07	6:35	6:08	6:47	6:10	5:54
6:20	408	7:18	6:45	6:18	6:58	6:20	6:03
6:30	378	7:30	6:56	6:27	7:09	6:31	6:13
6:40	350	7:41	7:06	6:37	7:20	6:41	6:23
6:50	325	7:53	7:17	6:47	7:31	6:51	6:32
7:00	302	8:04	7:28	6:57	7:42	7:01	6:42
7:10	282	8:16	7:38	7:07	7:53	7:11	6:51
7:20	263	8:28	7:49	7:17	8:04	7:21	7:01
7:30	246	8:39	8:00	7:27	8:15	7:31	7:10
7:40	230	8:51	8:10	7:37	8:27	7:41	7:20
7:50	216	9:02	8:21	7:47	8:38	7:51	7:30
8:00	203	9:14	8:32	7:57	8:49	8:01	7:39