

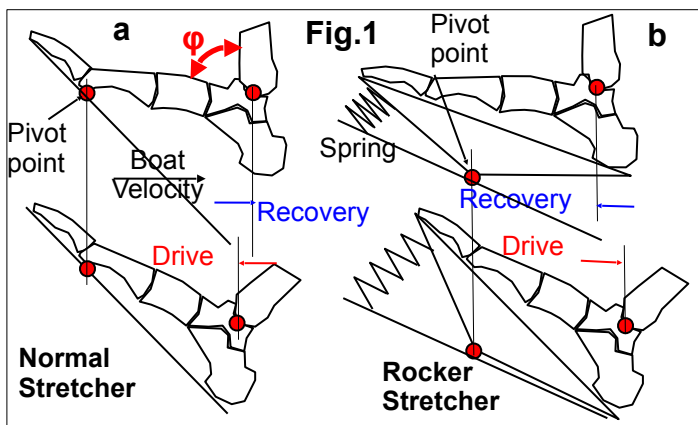
**News**

Ein neues Buch mit dem Titel “The Biomechanics of Rowing” wurde kürzlich bei Crowood Press veröffentlicht. Für weitere Details fragt bitte bei [www.biorow.com](http://www.biorow.com) oder [www.crowood.com](http://www.crowood.com) nach.

**Das neue Schaukel-Stemmbrett von BioRow/ WinTech**

Die allgemein gebräuchlichen Stemmbretter in den Ruderbooten haben folgende Nachteile:

- Da der Drehpunkt des Fußes höher ist als das Fußgelenk, bewegt sich das Fußgelenk beim Vorrollen in Richtung der Bootsgeschwindigkeit, und während des Durchzuges bewegt es sich in die entgegengesetzte Richtung (Fig.1, a). Die Distanz ist zwar nur etwa 1-2cm, aber es geht ab von der Länge der Beinarbeit und der gesamten Schlaglänge, und macht damit den Ruderschlag kürzer und das Boot langsamer. Je höher der Drehpunkt ist (wie beim Shimano Stemmbrett, 4), desto länger das umgekehrte Bewegung des Fußgelenkes, und somit ein umso kürzerer Durchzug.
- In der Auslage wird der Winkel  $\phi$  zwischen Tibia und den Fußknochen sehr spitz und die Achillessehne wird gestreckt. So können Athleten mit geringer Flexibilität im Fußgelenk Probleme bekommen, wenn sie in die Auslage gehen und dabei eventuell mehr Energie für aufwenden müssen.

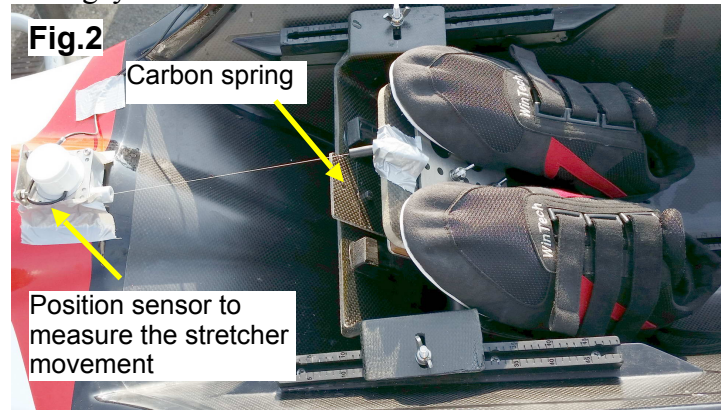


Zur Lösung dieser Probleme wurde das Schaukel-Stemmbrett in einer Zusammenarbeit von BioRow und WinTech racing boats entwickelt (Fig.1 b). Das Schaukel-Stemmbrett kann mit einer Feder ausgerüstet werden, die die kinetische Energie in der Auslage speichert und sie dann während des Durchzuges wieder abgibt, wie bei einem Trampolin.

Die Idee eines schwenkbaren Stemmbrettes ist nicht neu: sie wurde bereits 1890 zum Patent

angemeldet (1, 2). Ein gefedertes Stemmbrett ist auch erfunden worden (3), man hat aber die Vorteile eines schwenkbaren Stemmbrettes bisher nicht experimentell nachweisen können.

Sechs Skuller führten in zufälliger Reihenfolge ein 1000m Rennen in drei WinTech Einern durch: ein Boot war mit normalem Stemmbrett und zwei Boote waren mit dem Schaukel-Stemmbrett mit zwei verschiedenen Positionen des Drehpunktes ausgerüstet (Fig.2): hoch und niedrig. Beide Schaukel-Stemmbretter waren mit einer Carbon-Feder zur Rückgewinnung der kinetischen Energie bei der Druckaufnahme ausgerüstet. Alle Boote waren mit dem BioRow Meßsystem ausgerüstet, das, zusätzlich zur Messung der Standardvariablen (RBN 2011/10), die Bewegungen des Stemmbrettes während des Schlagzyklus maß.



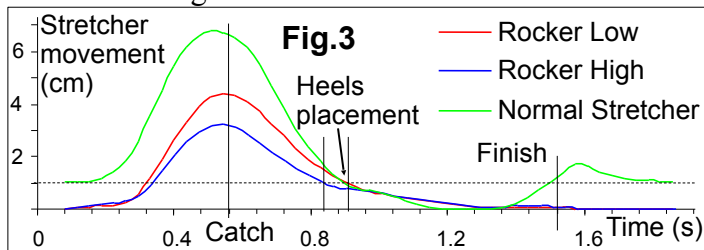
Bei allen sechs Ruderern (Tabelle 1 unten) wurde eine um 0,56% höhere durchschnittliche Bootsgeschwindigkeit mit dem normalen Stemmbrett gefunden als mit dem hohen Schaukel-Stemmbrett und 0.85% höher als Schaukel-Stemmbrett niedrig. Diese Differenzen waren geringer als die Schwankungen der Bootsgeschwindigkeit unter den Ruderern (2.05-2.71%, ANOVA  $p > 0.05$ ), somit kann der Effekt des Stemmbretttypes als insignifikant betrachtet werden. Die Schlagfrequenz (Tabelle 2) war auch 0.55  $\text{min}^{-1}$  (1.55%) höher mit normalem Stemmbrett als mit Schaukel-Stemmbrett hoch und 0.48  $\text{min}^{-1}$  (1.42%) höher als Schaukel-Stemmbrett niedrig, was teilweise die Differenzen bei der Bootsgeschwindigkeit erklärt. Die Ruderleistung war mit dem normalen Stemmbrett am höchsten (Tabelle 3), und sie war 2.0% geringer mit Schaukel-Stemmbrett niedrig und 5.6% geringer mit Schaukel-Stemmbrett hoch, was teilweise mit unterschiedlichen Schlagfrequenzen erklärt werden kann. Die Arbeit pro Ruderschlag (Tabelle 4) war bei normalem und Schaukel-Stemmbrett niedrig sehr ähnlich (nur 0.5% Differenz), und sie war mit dem Schaukel-Stemmbrett hoch um 4.0% geringer.

Die Kraftproduktion war mit dem normalen Stemmbrett am höchsten, sie war aber nur um 1.1%

höher als beim Schaukel-Stemmbrett niedrig, und 5.0% höher als Schaukel-Stemmbrett hoch (Tabelle 6).

Wie erwartet war die Schlaglänge bei beiden Schaukel-Stemmbrettern länger: mit Schaukel niedrig war sie um 0.74% länger als mit dem normalen Stemmbrett (Tabelle 5). Die Länge des Beinschubes war die größte beim Schaukel-Stemmbrett hoch, wo sie etwa 1cm (2.3%) länger war als mit Schaukel niedrig und etwa 2cm (3.9%) länger als mit dem normalen Stemmbrett (Tabelle 7). Die Beingschwindigkeit war die höchste mit dem Schaukel-Stemmbrett niedrig, wo sie 1.7% höher als beim Schaukel-Stemmbrett hoch und 5.5% höher als beim normalen Stemmbrett war (Tabelle 8).

Die Amplitude der Stemmbrettbewegung war am größten beim normalen Stemmbrett (Tabelle 9), was mit dem längeren Radius bei der Fußrotation zusammenhängen kann.



Der Moment, wo die Fersen auf das Stemmbrett aufsetzen, ist definiert als 1cm vom Minimum der Fußbewegung (Fig.3), weil bei geringeren Werten die Stemmbrettbewegung sehr langsam wird und mit dem sich verformenden Material der Schuhe zusammenhängen kann. Es wird angenommen, daß in diesem Moment ein Teil des Fußdruckes durch die Fersen zu übertragen beginnt. Man fand heraus, daß das normale Stemmbrett den frühesten Moment des Aufsetzens der Fersen bei etwa -45 Grad Ruderwinkel hat (Table 10). Beim Schaukel-Stemmbrett hoch braucht es 4 Grad mehr Ruderweg und mit dem Schaukel-Stemmbrett niedrig etwa 10 Grad mehr.

Beim Catch (Fass-) Faktor wurden keine signifikanten Unterschiede gefunden (Tabelle 11). Der Ruder Stil Faktor war beim Schaukel-Stemmbrett niedrig am höchsten: 4.4% höher als mit Schaukel-Stemmbrett hoch und 8.2% höher als mit dem normalen Stemmbrett (Tabelle 12). Das bedeutet, **das Schaukel-Stemmbrett erfordert nach dem Fassen mehr Bein- und weniger Oberkörpereinsatz.** Interessanterweise zeigten zwei Ruderer, die die **höchsten Beingschwindigkeiten hatten, höhere Bootsgeschwindigkeit und Kraft-/Leistungsproduktion mit dem Schaukel-Stemmbrett** (Skuller 2 und 6, Tabelle 8).

Im Gegensatz dazu war **das normale Stemmbrett am besten geeignet für Ruderer mit der kleinsten Amplitude bei der Stemmbrettbewegung, was entweder mit einer guten Flexibilität im Fußgelenk**

(Skuller 3), **oder mit einem kurzen Beinschub zusammenhing** (Skuller 5). Die Ergebnisse dieses Experimentes erlauben uns diese Schlußfolgerungen:

1. **Das Schaukel-Stemmbrett hat gegenüber dem normalen Stemmbrett Vorteile in Bezug auf die Schlaglänge und Länge der Beinarbeit.**
2. **Das normale Stemmbrett scheint in Bezug auf Kraft/Leistungsproduktion und beim Erreichen von höheren Schlagfrequenzen das komfortabelste zu sein. Wegen dieser Faktoren war die durchschnittliche Bootsgeschwindigkeit in dieser Testgruppe beim normalen Stemmbrett leicht höher.**
3. **Der Effekt des Schaukel-Stemmbrettes schien abhängig zu sein von den Besonderheiten der Rudertechnik: Ruderer mit einem dominierenden schnellen Beinschub erreichten höhere Bootsgeschwindigkeiten bei höherer Kraft/Leistungsproduktion mit dem Schaukel-Stemmbrett.**
4. **Ruderer mit guter Flexibilität im Fußgelenk und/oder kurzer Beinarbeit profitierten nicht vom Schaukel-Stemmbrett und ruderten besser mit dem normalen Stemmbrett.**
5. **Zwischen beiden Typen Schaukel-Stemmbrettern erlaubt die niedrigere Position des Drehpunktes eine leicht höhere Kraft/Leistungsproduktion und mehr Schlaglänge.**

#### Referenzen

1. 1890. Kerns E. Rowing apparatus. US patent N 421080.
2. 1927. Long G.E. Foot rest. US patent 1621423.
3. 2006. Kaufer P. Pivoting footrest to rowing boat. Patent pub. US 2006/0183385
4. 2010. Shimano Inc. Rowing boat foot support assembly. Patent pub. US 2006/001850.

©2016 Dr. Valery Kleshnev [www.biorow.com](http://www.biorow.com)

**Tabelle 1. Bootsgeschwindigkeit als Zeit über ein 1000m Rennen**

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler1	3:29.9	3:33.0	3:34.0	<b>3:32.3</b>
Sculler2	3:36.7	3:34.5	3:32.8	<b>3:34.7</b>
Sculler3	3:31.2	3:38.7	3:40.3	<b>3:36.7</b>
Sculler4	3:39.2	3:36.5	3:45.7	<b>3:40.4</b>
Sculler5	3:40.1	3:43.3	3:40.8	<b>3:41.4</b>
Sculler6	3:45.7	3:43.7	3:40.0	<b>3:43.1</b>
Durchschnitt	<b>3:37.0</b>	<b>3:38.2</b>	<b>3:38.9</b>	<b>3:38.0</b>
±SD	<b>0:05.9</b>	<b>0:04.5</b>	<b>0:04.8</b>	<b>0:04.2</b>

**Tabelle 2. Schlagfrequenz (1/min)**

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler1	35.2	34.8	34.3	<b>34.8</b>
Sculler2	33.5	33.4	34.1	<b>33.7</b>
Sculler3	33.9	33.6	33.1	<b>33.5</b>
Sculler6	33.4	32.9	33.8	<b>33.4</b>
Sculler4	32.5	33.2	32.0	<b>32.6</b>
Sculler5	33.7	31.0	31.9	<b>32.2</b>
Durchschnitt	<b>33.69</b>	<b>33.17</b>	<b>33.21</b>	<b>33.4</b>
±SD	<b>0.87</b>	<b>1.25</b>	<b>1.05</b>	<b>1.05</b>

**Tabelle 3. Ruderleistung (W)**

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler1	359.9	337.6	357.6	<b>351.7</b>
Sculler5	346.2	301.3	331.2	<b>326.2</b>
Sculler3	350.0	306.1	312.8	<b>323.0</b>
Sculler4	321.6	336.9	303.9	<b>320.8</b>
Sculler2	311.4	321.7	322.9	<b>318.7</b>
Sculler6	260.0	235.7	280.4	<b>258.7</b>
Durchschnitt	<b>324.8</b>	<b>306.6</b>	<b>318.1</b>	<b>316.5</b>
±SD	<b>36.6</b>	<b>37.8</b>	<b>26.1</b>	<b>30.8</b>

**Tabelle 4. Arbeit pro Schlag (J)**

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler5	615.2	582.4	623.7	<b>607.1</b>
Sculler1	612.2	580.7	625.1	<b>606.0</b>
Sculler4	593.0	608.0	568.8	<b>589.9</b>
Sculler3	619.5	546.6	565.8	<b>577.3</b>
Sculler2	557.7	578.6	568.5	<b>568.2</b>
Sculler6	467.0	429.0	496.7	<b>464.2</b>
Grand Total	<b>577.4</b>	<b>554.2</b>	<b>574.8</b>	<b>568.8</b>
±SD	<b>58.7</b>	<b>64.4</b>	<b>47.3</b>	<b>53.5</b>

**Tabelle 5. Schlaglänge als Gesamtruderwinkel (Grad)**

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler5	104.1	109.0	107.0	<b>106.7</b>
Sculler2	106.0	107.5	106.6	<b>106.7</b>
Sculler4	104.1	104.9	103.4	<b>104.1</b>
Sculler1	103.2	102.9	104.3	<b>103.5</b>
Sculler3	103.4	98.1	102.0	<b>101.2</b>
Sculler6	100.6	99.8	102.6	<b>101.0</b>
Durchschnitt	<b>103.6</b>	<b>103.7</b>	<b>104.3</b>	<b>103.9</b>
±SD	<b>1.7</b>	<b>4.3</b>	<b>2.0</b>	<b>2.5</b>

**Tabelle 6. Durchschnittliche Kraft (N)**

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler1	365.5	337.6	364.8	<b>356.0</b>
Sculler5	363.5	336.3	357.9	<b>352.6</b>
Sculler3	359.2	323.8	332.0	<b>338.4</b>
Sculler4	341.3	342.1	327.1	<b>336.8</b>
Sculler2	319.1	333.4	337.1	<b>329.9</b>
Sculler6	275.4	250.1	283.4	<b>269.6</b>
Durchschnitt	<b>337.3</b>	<b>320.6</b>	<b>333.7</b>	<b>330.5</b>
±SD	<b>35.0</b>	<b>35.0</b>	<b>28.8</b>	<b>31.4</b>

Tabelle 7. Länge der Beinarbeit (m)

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler1	0.587	0.594	0.623	<b>0.601</b>
Sculler6	0.596	0.590	0.615	<b>0.600</b>
Sculler4	0.581	0.612	0.599	<b>0.597</b>
Sculler3	0.527	0.535	0.517	<b>0.526</b>
Sculler2	0.510	0.508	0.492	<b>0.503</b>
Sculler5	0.463	0.548	0.495	<b>0.502</b>
<b>Average</b>	<b>0.544</b>	<b>0.565</b>	<b>0.557</b>	<b>0.555</b>
<b>±SD</b>	<b>0.053</b>	<b>0.040</b>	<b>0.062</b>	<b>0.050</b>

Tabelle 8. Maximale Beingschwindigkeit (m/s)

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler6	1.29	1.35	1.41	<b>1.35</b>
Sculler2	1.18	1.26	1.27	<b>1.24</b>
Sculler1	1.15	1.16	1.26	<b>1.19</b>
Sculler3	1.07	1.10	1.10	<b>1.09</b>
Sculler5	0.99	1.02	1.02	<b>1.01</b>
Sculler4	0.99	1.04	0.98	<b>1.00</b>
<b>Durchschnitt</b>	<b>1.11</b>	<b>1.15</b>	<b>1.17</b>	<b>1.15</b>
<b>±SD</b>	<b>0.12</b>	<b>0.13</b>	<b>0.17</b>	<b>0.14</b>

Tabelle 9. Amplitude der Stemmbrettbewegung (cm)

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler1	6.84	3.31	4.40	<b>4.85</b>
Sculler4	6.56	3.41	3.99	<b>4.65</b>
Sculler6	6.59	2.53	4.08	<b>4.40</b>
Sculler2	6.18	2.18	3.14	<b>3.83</b>
Sculler5	2.60	2.00	1.96	<b>2.19</b>
Sculler3	1.90	1.10	1.52	<b>1.50</b>
<b>Durchschnitt</b>	<b>5.11</b>	<b>2.42</b>	<b>3.18</b>	<b>3.57</b>
<b>±SD</b>	<b>2.24</b>	<b>0.87</b>	<b>1.20</b>	<b>1.40</b>

Tabelle 10. Absetzen der Fersen bei Ruderwinkel (Grad)

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler1	-37.9	-38.5	-34.0	<b>-36.8</b>
Sculler6	-22.4	-32.0	-12.3	<b>-22.3</b>
Sculler5	-49.2	-41.1	-34.0	<b>-41.4</b>
Sculler3	-57.5	-38.5	-47.4	<b>-48.8</b>
Sculler2	-29.6	-57.0	-24.3	<b>-36.9</b>
Sculler4	-45.3	-6.3	-26.0	<b>-25.9</b>
<b>Durchschnitt</b>	<b>-39.6</b>	<b>-35.3</b>	<b>-29.7</b>	<b>-34.8</b>
<b>±SD</b>	<b>13.0</b>	<b>16.6</b>	<b>11.8</b>	<b>9.8</b>

Tabelle 11. Catch (Fass-) Faktor (ms)

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler2	-27.0	-26.4	-27.8	<b>-27.0</b>
Sculler4	-29.4	-24.6	-22.4	<b>-25.5</b>
Sculler3	-10.6	-15.2	-18.6	<b>-14.8</b>
Sculler1	-10.8	-9.9	-8.8	<b>-9.8</b>
Sculler6	-7.7	-2.9	-4.6	<b>-5.1</b>
Sculler5	0.1	2.0	0.6	<b>0.9</b>
<b>Durchschnitt</b>	<b>-14.2</b>	<b>-12.8</b>	<b>-13.6</b>	<b>-13.5</b>
<b>±SD</b>	<b>11.53</b>	<b>11.45</b>	<b>11.03</b>	<b>11.14</b>

Tabelle 12. Ruder Stil Faktor (%)

Sculler ID	Normal Stretcher	Rocker High	Rocker Low	Durchschnitt
Sculler6	111.4%	111.3%	120.8%	<b>114.5%</b>
Sculler2	97.0%	102.7%	103.1%	<b>100.9%</b>
Sculler3	91.2%	97.2%	99.6%	<b>96.0%</b>
Sculler1	92.1%	92.3%	102.0%	<b>95.5%</b>
Sculler4	91.8%	93.5%	100.1%	<b>95.1%</b>
Sculler5	80.3%	89.9%	87.5%	<b>85.9%</b>
<b>Durchschnitt</b>	<b>94.0%</b>	<b>97.8%</b>	<b>102.2%</b>	<b>98.0%</b>
<b>±SD</b>	<b>10.2%</b>	<b>8.0%</b>	<b>10.7%</b>	<b>9.4%</b>