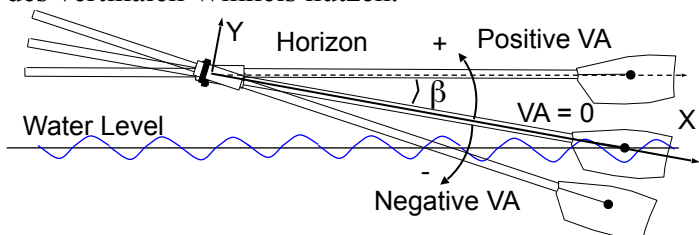


## Frage&Antwort

**F:** John Ewans vom Upper Thames Rowing Club fragt: "Wie ist der ungefähre Winkel, den ein Ruder unterhalb der Horizontalen einnimmt, sowohl beim Skullen als auch beim Riemenrudern?"

**A:** Wir haben das Thema über vertikale Ruderwinkel bereits in früheren Newslettern gestreift (2001/04, 2007/04, 2007/06, 2008/03). Das Bild unten zeigt das Referenzsystem, welches wir zur Messung des vertikalen Winkels nutzen.



Aus praktischen Gründen nehmen wir an, daß, wenn die Blattmitte sich auf Höhe der Wasserlinie befindet, der vertikale Winkel (VA) null ist. Es ist einfach, den null VA zu bestimmen, wenn man bei den Messungen das abgedrehte Blatt einfach auf das Wasser ablegt. Für die positive Richtung von VA nehmen wir an, daß sich das Ruder über der Wasserlinie befindet und für die negative Richtung unter der Wasserlinie.

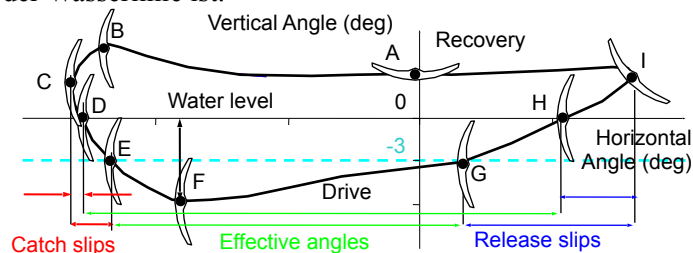
Die Tabelle unten gibt einen Eindruck, wie der Winkel  $\beta$  (zwischen null und der Horizontalen) vom Außenhebel und Dollenhöhe über dem Wasser (WL) abhängt. Da letztere normalerweise von 22-26cm reicht (1), ist der am Weitesten verbreitete Winkel  $\beta$  9-10 Grad beim Skullen und 6-7 Grad beim Riemenrudern.

Winkel $\beta$ (Grad)	Außenhebel Skullen (cm)			Außenhebel Riemen (cm)		
	190	195	200	260	265	270
Dollenhöhe über WL (cm)						
20	8.2	8.0	7.8	5.9	5.8	5.7
25	10.0	9.7	9.4	7.2	7.0	6.9
30	11.7	11.4	11.0	8.4	8.2	8.1
35	13.5	13.1	12.7	9.7	9.5	9.3

Die Einspannung des Ruderergewichtes während des Durchzuges und das Rollen und Stampfen des Bootskörpers beeinflussen die Dollenhöhe über der Wasserlinie und infolgedessen auch den VA. Die Amplitude kann bis zu 5cm innerhalb eines kompletten Schlagzyklus schwanken, was dann den vertikalen Ruderwinkel um bis zu 1,7 Grad beim Skullen und bis zu 1,2 Grad beim Riemenrudern verändert. Diese rudertechnischen Einschränkungen können mit Messungen zum Rollen des Bootes und 3D Messungen zur Bootsbeschleunigung korrigiert werden.

Die Flugbahn des Blattes kann mit dem oben erwähnten Referenzsystem aufgetragen werden. Laßt uns nun die Kriterien für die Blattkurve, die zur Beurteilung der Fähigkeiten des Ruderers, das Blatt zu führen, genutzt werden kann, beschreiben. Die Analyse basiert auf unserer Datenbank (n=6600).

Der Schlagzyklus beginnt am Punkt A während des Vorröllens (da, wo die Ruderachse rechtwinklig zum Boot ist). Der VA ist hier  $2.4 \pm 0.8$  Grad (mittlere  $\pm$  SD (Standardabweichung)) und unterscheidet sich nicht zwischen Riemenrudern und Skullen. Vor dem Fassen hebt sich das Blatt an, um Platz für das Aufdrehen zu schaffen. Der VA erreicht seine maximale Erhöhung am Punkt B, wo er  $4.9 \pm 1.2$  Grad beim Skullen und  $4.1 \pm 1.2$  Grad beim Riemenrudern hat. Nach diesem Punkt beginnt sich das Blatt zu senken, es bewegt sich weitere 2-4 Grad bugwärts und ändert seine Richtung bei Punkt C, der den Auslagewinkel repräsentiert. Der VA ist an Punkt C sehr nahe an +3 Grad, was bedeutet, daß das untere Ende des Blattes sehr nahe an der Wasserlinie ist.



Der Schlupf beim Fassen kann auf zwei Arten definiert werden:

- Vom Auslagepunkt C bis Punkt D, wo die Blattmitte die Wasserlinie kreuzt. Wir fanden heraus, daß dies genug ist, um die Vortriebskraft, die zur Überwindung des Bremswiderstandes und zum Anziehen des Ruderer-Boot-Systems notwendig ist, anzusetzen.
- Vom Auslagepunkt C bis Punkt E, wo das gesamte Blatt eingetaucht ist und die volle Vortriebskraft eingesetzt wird. Der VA kann an diesem Punkt, abhängig von Blattbreite und Außenhebellänge, variieren. Der Einfachheit halber setzten wir hier das Kriterium mit -3 Grad fest, das eine Blattbedeckung für sämtliche Ruderausmaße garantiert.

An Punkt F erreicht das Blatt seinen minimalen (tiefsten) VA, der beim Skullen  $-7.2 \pm 1.3$  Grad und  $-5.7 \pm 1.2$  Grad beim Riemenrudern ist. Ganz ähnlich können die Schlüpfe im Endzug definiert werden: Beginnend (1) von Punkt G bei -3 Grad VA oder (2) von Punkt H bei 0 Grad VA, enden beide am Aushebewinkel bei Punkt I. Die Tabelle unten zeigt Schlupf in Auslage und Endzug und die korrespondierenden effektiven Winkel, die Komponenten des Gesamtwinkels, innerhalb dessen das Blatt gemäß den definierten Schlupf-Kriterien eingetaucht ist, sind:

	Auslage Schlupf zu 0 VA (Grad)	Auslage Schlupf zu -3 VA (Grad)	Endzug Schlupf zu 0 VA (Grad)	Endzug Schlupf zu -3 VA (Grad)	Effektiver Winkel bei 0 VA (%)	Effektiver Winkel bei -3 VA (%)
Riemen	4.8	13.1	3.4	14.3	90.1%	68.4%
$\pm$ SD	2.9	5.1	3.2	7.2	4.6%	8.1%
Skull	4.1	10.0	6.5	18.5	89.7%	73.1%
$\pm$ SD	2.0	3.1	3.9	6.5	3.8%	6.7%

Man fand heraus, daß die Vortriebseffizienz des Blattes moderate Korrelationen mit beiden effektiven Winkeln hat ( $r=0.45$  für das 0VA Kriterium und  $r=0.38$  für -3VA). **Die Messungen des vertikalen Ruderwinkels können dabei helfen, die Vortriebseffizienz zu verbessern und damit die Bootsgeschwindigkeit zu steigern.** Das [BioRowTel v.4](#) Telemetrie-System erlaubt die Messung und Analyse sowohl vom vertikalen Winkel und Vortriebseffizienz des Ruders als auch das Rollen und die 3D-Beschleunigungen des Bootes.

#### ***Referenzen***

1. Filter K.B. 2009. The System Crew – Boat. Lecture during FISA juniors' coaches' conference, Naples, 15-18 October 2009

#### **Contact Us:**

✉ ©2009: Dr. Valery Kleshnev,  
[kleval@btinternet.com](mailto:kleval@btinternet.com) , [www.biorow.com](http://www.biorow.com)