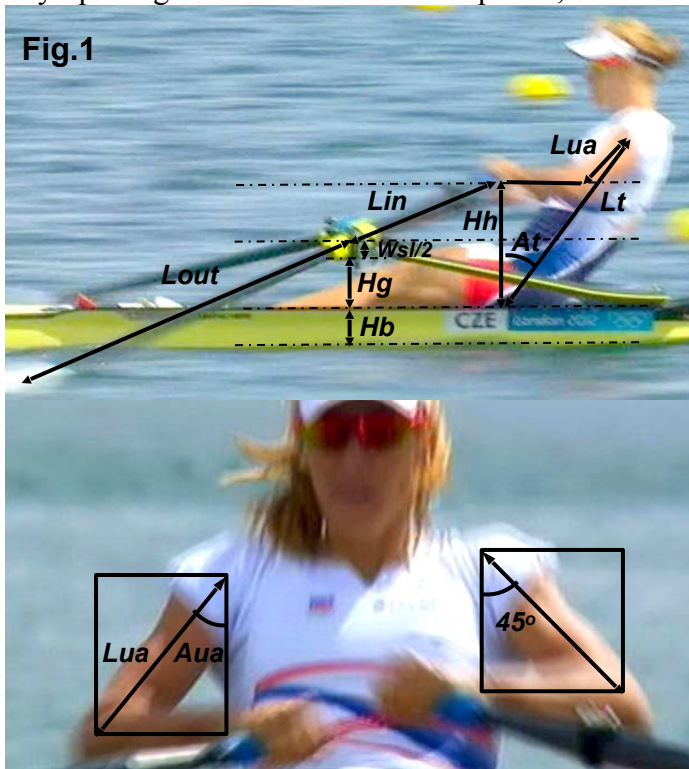


**Riggern: Dollenhöhe**

Wir haben bereits einige Beziehungen zwischen der Dollenhöhe und Rollskraft (RBN 2002/05), Anlagewinkel am Blatt (2010/09), vertikale Winkel (2009/10) und seine Besonderheiten beim Skullen (2011/07) diskutiert. Jetzt wird sie direkt und detaillierter analysiert.

In der Auslage hat der Ruderer mehr Freiheit, die Höhe der Griffe beim Ziehen zu variieren, weil die Arme gestreckt sind. Deshalb wird die Griffhöhe und die damit zusammenhängende Dollenhöhe in der Hauptsache über die Position im Endzug definiert.

Die einfachste Methode zur Ermittlung der korrekten Dollenhöhe ist eine empirische: Sitze im Boot in der Endzugposition, tauche die aufgedrehten Blätter ins Wasser und finde die komfortabelste Höhe heraus. Wie auch immer, eine Analyse und normative Werte können nützlich bei der Voraussage der korrekten Höhe für einen Ruderer in verschiedenen Booten sein; für das Verständnis einer effektiven Rudertechnik und die Identifikation der Gründe für Fehler. Fig.1 zeigt die Analyse der Dollenhöhe der Olympiasiegerin im W1x Mirka Knapkova, CZE.



Die Hauptanforderung für die korrekte Position des Ruderers im Endzug sind - horizontale Unterarme, d.h. die Ellenbogen und Griffe müssen auf einer Höhe sein. Nur diese Position erlaubt einen effektiven horizontalen Zug.

Die Höhe des Griffes  $Hh$  über dem Rollstift kann wie folgt berechnet werden:

$$Hh = Lt \cos(At) - Lua \cos(Aua) \cos(At) \quad (1)$$

Wobei  $Lt$  - die Länge des Oberkörpers vom Rollstift bis zur Mitte des Schultergelenkes ist,  $At$  - Oberkörperwinkel von der Vertikalen,  $Lua$  - Oberarmlänge zwischen den Mitten von Schulter- und Ellenbogengelenk,  $Aua$  - Winkel des Oberarms von der Vertikalen, wobei ein optimaler Winkel  $45^\circ$  zu sein scheint, um die größten Schultermuskeln einzusetzen: *Latissimus dorsi*, *Trapezius* und der hintere Teil des *Delta* Muskels. Die optimale Dollenhöhe über dem Rollstift  $Hg$  bei einer definierten Griffhöhe  $Hh$  kann wie folgt berechnet werden:

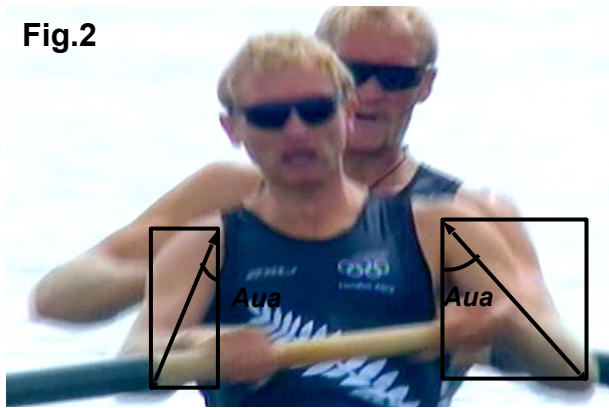
$$Hg = (Hh + Hb + \sin(-V)Lin) * Lout / (Lin + Lout) - Wsl/2 - Hb = Hh + \sin(-V)Lin * Lout / (Lin + Lout) - Wsl/2 - Hb(Lin / (Lin + Lout)) \quad (2)$$

wobei  $Lout$  - die Länge des aktuellen Außenhebels vom Dollenstift bis zur Blattmitte ist,  $Lin$  - die aktuelle Länge des Innenhebels vom Dollenstift bis zur Griffmitte,  $Wsl$  - Breite (Dicke) der Manschette,  $V$  - vertikaler Winkel des Ruders relativ zur Wasserlinie, der unter  $-3^\circ$  für ein vollständig eingetauchtes Blatt sein sollte, und  $Hb$  - die Höhe des Rollstiftes über der Wasserlinie ist. Obwohl das Modell recht kompliziert erscheint, produziert es eine vernünftige Dollenhöhe von  $Hg=15.8\text{cm}$  bei den folgenden Inputs:  $Lt=50\text{cm}$ ,  $At=30\text{deg}$ ,  $Lua=25\text{cm}$ ,  $Aua=45\text{deg}$ ,  $V=-3\text{deg}$ ,  $Lin=84\text{cm}$ ,  $Lout=175.5\text{cm}$ ,  $Wsl=5.6\text{cm}$ ,  $Hb=10\text{cm}$ .

Eine große Anzahl von Variablen in dem Modell erlaubt eine endlose Kombination von ihnen: z.B. ein weiteres Zurücklehnen des Oberkörpers kann mit einer horizontaleren Position der Oberarme kompensiert werden, etc. Auch sind einige Variablen für einen bestimmten Ruderer nicht vorgegeben: z.B. hängt die Länge des Oberkörpers  $Lt$  von seiner Haltung ab ( wie gestreckt ist sein Oberkörper) und die Position der Schultern (höheres oder niedrigeres *Schlüsselbein* und *Schulterblatt*).

Das Modell funktioniert auch beim Riemenrudern (Fig.2), lediglich die Oberarme haben normalerweise verschiedene Winkel: der Innenarm hat eine vertikaleren Position (Ellenbogen ist niedriger), weil er im Endzug eine höhere Kraft erzeugt.

Fig.2



Die abgeleiteten Gleichungen erlauben folgende Schlußfolgerungen:

- Offenbar **erfordert eine höhere Rollsitze-  
position über der Wasserlinie (in größeren  
Booten) eine dreimal kleinere Erhöhung der  
Dollenhöhe.**
- **Weitere Rücklage mit dem Oberkörper im  
Endzug erfordert eine niedrigere Griff- und  
Dollenhöhe und umgekehrt,** weil  $\cos(A)$  bei  
größeren Winkeln kleiner wird. Bei den  
gleichen Inputs oben, ergibt ein Oberkörper-  
winkel von  $20^\circ$  eine Dollenhöhe von 17.5cm  
und ein Oberkörperwinkel von  $10^\circ$  ergibt  
18.5cm Dollenhöhe.
- **Je leichter das Übersetzungsverhältnis  
(Innen- zu Außenhebel), desto niedriger die  
Dolle, und umgekehrt,** aber der Effekt ist  
recht klein. Bei den gleichen Inputs oben, er-  
fordert ein um 10cm kürzerer Außenhebel *Lout*  
lediglich eine um 0,5cm niedrigere Dolle.
- **Die optimale Dollenhöhe ist für eine  
effektive Blattform und Kraftanwendung  
am Ende des Durchzuges wichtig.** Eine zu  
hohe Dolle würde den Schlupf im Endzug  
(„Auswaschen“) vergrößern.