

Übersetzung von Innen- und Außenhebel

Die Standard Definition der Übersetzung ist das Verhältnis der **Geschwindigkeiten** vom Output zum Input. Höhere, schwerere Übersetzung, wie beim Radfahren oder beim Automobil bedeutet höhere Fahrzeuggeschwindigkeit bei niedrigerer Umdrehungsgeschwindigkeit des Antriebes, aber damit auch geringere Vortriebskraft, und umgekehrt. Beim Rudern kann die Übersetzung definiert werden als das Verhältnis von der Bootsgeschwindigkeit V_{boat} relativ zum Wasser zur Geschwindigkeit des Ruderers V_{row} relativ zum Boot (Fig. 1).

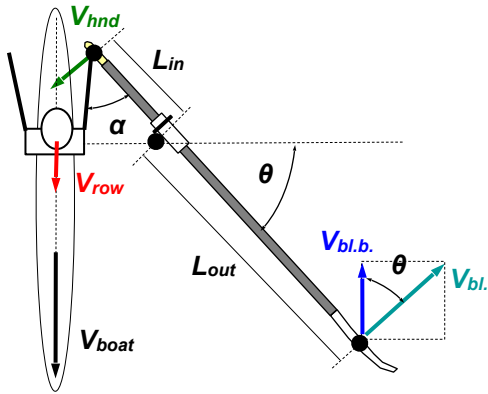


Fig.1

Die Gesamtübersetzung kann als Produkt der folgenden vier Faktoren bestimmt werden:

1. Die statische Ruderübersetzung ist das Verhältnis vom aktuellen Außenhebel L_{out} zum Innenhebel L_{in} (RBN 2006/11). Dieser Faktor definiert das Verhältnis von der Geschwindigkeiten am Blatt zu der des Griffes, und reicht von 2.0 in kleinen Booten bis zu 2.3 in großen Booten. Wie auch immer, die Richtung und die Größenordnung der Blattgeschwindigkeit unterscheidet sich von der Bootsgeschwindigkeit, daher gibt es noch die drei anderen Faktoren, die die Gesamtübersetzung beeinflussen.
2. Der Blattschlupf im Wasser erhöht bei gleicher Bootsgeschwindigkeit V_{boat} die Geschwindigkeit vom Blatt V_{bl} und Griff V_{hnd} , und macht so die Übersetzung leichter, aber vermindert die Blatteffizienz E_{bl} (RBN 2007/12, 2012/06). Da E_{bl} von 70% bis 90% reicht, macht dieser Faktor die Übersetzung um 10-30% leichter. Eine größere Blattfläche und tieferes Eintauchen verkleinert den Blattschlupf macht die Übersetzung härter für den Ruderer und erhöht die Vortriebsleistung.
3. Die Ruderwinkelübersetzung wird definiert als das Verhältnis zwischen der Gesamtgeschwindigkeit des Blattes V_{bl} und seiner rückwärts gerichteten Komponente $V_{bl,b} = 1/\cos(\text{Ruderwinkel } \theta) V_b$ (RBN 2007/03). Dies macht die Übersetzung härter durch den Faktor, der während des Durchzuges variiert von 3 bei einem Auslagewinkel von 70° bis herunter auf null in der Orthogonalstellung, und dann steigt er zum Endzug hin wieder an.
4. Dollenabstandsübersetzung. Die größten Segmente des Ruderers (Beine und Oberkörper) bewegen sich normalerweise parallel zum Boot, nur die Griffe bewegen sich kreisförmig. Somit ist die Griffgeschwindigkeit V_{hnd} höher als die Geschwindigkeit der Schultern des Ruderers V_{row} , was härtere Übersetzung bedeutet (um 13.3% bei $A=60^\circ$). Der Kraftvektor von Beinen und Oberkörper wird in einem Winkel α zum Schaft auf die Griffe übertragen (RBN 2012/08), der sich während des Durchzuges

verändert und vom Dollenabstand beeinflusst wird (RBN 2006/12), so wurde er in früheren Definitionen zur Übersetzung gebraucht.

Da die Gesamtübersetzung ein Produkt aller vier obigen Faktoren ist, variiert sie von 6-7 in der Auslage herunter auf 1,7-2 im Mittelzug und wieder bis auf 3-4 im Endzug. Nur der erste Übersetzungsfaktor ist festgelegt mit den Abmessungen des Ruders. Der Blattschlupf und Dollenabstandsfaktoren sind teilweise festgelegt mit der Blattgröße und Bootseinstellungen, haben aber auch eine variable Komponente bei der Blattarbeit (tiefer oder flacher eingetaucht). Der dritte Faktor hängt vollständig von der Schlaglänge ab - der Ruderwinkel. Somit **haben die Ruderer eine eingeschränkte Möglichkeit, die Übersetzung während eines Rennens zu verändern, nämlich mit der Variation der Schlaglänge**: ein kürzerer Ruderschlag macht die Übersetzung leichter, was auch beim Start und im Endspurt für rapide Beschleunigung genutzt wird; ein längerer Ruderschlag, der als Streckenschlag gewählt wird, macht die Übersetzung härter.

Bei einer gegebenen Bootsgeschwindigkeit beeinflusst die Übersetzung die Griffgeschwindigkeit, die Durchzugszeit und Schlagfrequenz. Z.B. macht eine leichtere Übersetzung den Durchzug schneller und erhöht die Schlagfrequenz, ohne die Notwendigkeit, den Rhythmus zu ändern - „in die Auslage zu stürzen“. Die wichtigsten praktischen Fragen sind: Wie messe ich die aktuelle Übersetzung und wie finde ich den optimalen Wert?

Die einfachste praktikable Methode ist ein Stufentest (1), wo man die maximale erreichbare Schlagfrequenz ermittelt, ohne daß sich die Schlaglänge und der Rhythmus signifikant verändert. Die Schlaglänge sollte während des Testes kontrolliert werden, weil ein kürzerer Ruderschlag die Schlagfrequenz in zweierlei Hinsicht beeinflusst: Es macht die Übersetzung leichter und verkürzt damit direkt die Durchzugszeit. Die Frage in diesem Test ist: Welche ist die „optimale“ Schlagfrequenz für jede spezifische Mannschaft?

Keine Frage, das Hauptkriterium zur Optimierung der Übersetzung soll immer die maximale Bootsgeschwindigkeit sein, die direkt proportional zur Ruderleistung ist. Die maximale Leistung der Muskelkontraktion ist durch das Hill Gesetz (RBN 2007/09) definiert, das besagt, daß etwa ein Drittel der Leistung als Kontraktionsgeschwindigkeit ohne Last, maximal ein Drittel als statische Kraft und ein Drittel als eigentliche Muskelleistung bestimmt. In dem Versuch, ein Optimierungsmodell basierend auf diesem Gesetz aufzubauen, müssen einige weitere Faktoren hinzugefügt werden, wie: 5) Gelenkwinkel: Ein spitzer Kniewinkel verlangsamt die Kontraktion des Quadrizeps und macht die „Übersetzung“ für sie härter; 6) Koordination der Muskelgruppen: Ein Rowing Style mit simultaner Aktivierung von Beinen und Oberkörper macht ihre Muskelkontraktionsgeschwindigkeit langsamer und die „Übersetzung“ härter, verglichen mit einem aufeinanderfolgenden Rowing Style (Das Modell könnte vereinfacht werden, wenn der Rowing Style als konstant betrachtet wird); 7) individuelle Besonderheiten der Hill Kurve für Muskeln (schnell/langsam zuckende Muskelfasern) und Ruderer, was teures Testen in einem größeren Bereich von Kontraktionsgeschwindigkeiten erfordert.

8) Der Ausdauerfaktor (RBN 2012/01) sollte auch berücksichtigt werden: eine höhere Schlagfrequenz bei leichterer Übersetzung mag höhere Leistung und

Geschwindigkeit erzeugen, kann aber nicht sehr lange durchgehalten werden.

Außerdem 9) wachsen die Trägheitskräfte mit der Schlagfrequenz an (RBN 2010/05), und so "könnten 42-44spm ein Trägheitslimit für die Schlagfrequenz darstellen". Somit erscheint das effektivste Modell für die bestmögliche Übersetzung ein sehr kompliziertes und individuelles zu sein, was bisher unseres Wissens nach noch nicht implementiert wurde.

Unser vereinfachtes Modell berücksichtigt die oberen Faktoren 1-4 (statische Ruderübersetzung von Innen- und Außenhebel, Blattfläche, Dollenabstand und Ruderwinkel) und setzt sie ins Verhältnis zur Schlagfrequenz und Leistung/Geschwindigkeit, um die durchschnittliche Griffgeschwindigkeit konstant zu halten (2, RBN 2010/01). Dieses Modell kann zur Anpassung an verschiedene Bedingungen hilfreich sein, soll heißen, für verschiedene Bootsklassen, Geschwindigkeiten und Schlagfrequenzen. Wenn man die Sensoren hat, kann der Griff Drag Faktor HDF (RBN 2011/01, 06) zur Beurteilung eines „Belastungsfaktors“ im Verhältnis zur Übersetzung genutzt werden, z.B. **verringert das Rudern mit halber Rolle den HDF von 110 herunter auf 90, was der Verkürzung des Außenhebels um 15cm bei gleichem Innenhebel entspricht.**

Referenzen

1. O'Neil, T. 2014. *Oarsport Rigging Guide*.
2. Kleshnev V. 2010. *Boat Speed and Rigging Chart*

©2015 Dr. Valery Kleshnev www.biorow.com