



Handführung beim Skullen

Jedes Ruderboot ist so getrimmt, dass sich die Griffenden beim Durchzug überlappen. Trotz enger Handführung rechts vor links entsteht dadurch eine Asymmetrie, die Professor Dr. Klaus Mattes und sein Team von der Universität Hamburg untersucht haben und hier ihre theoretischen und empirischen Befunde darlegen.

In der Messfahrtdiagnostik werden traditionell beim Skullen im Rennboot der Ruderwinkel und die Innenhebelkraft getrennt für die Back- und Steuerbordseite gemessen und regelmäßig Bootsseitendifferenzen festgestellt. Unterschiede zwischen beiden Bootsseiten werden dabei in Abhängigkeit von Seitenwind, der Handführung und gegenseitiger Beeinflussung im Mannschaftsboot interpretiert. Im Beitrag sollen einige theoretische Überlegungen und empirische Befunde zur Asymmetrie zwischen Steuer- und Backbordwerten des Ruderwinkels und der Innenhebelkraft im Zusammenhang mit der Handführung dargelegt werden.

Theoretische Überlegungen und empirische Befunde zur Handführung beim Skullen

Mit dem Ziel, einen optimal langen Innenhebel beim Skullen für die Vortriebserzeugung zu nutzen, wird das Ruderwerk so getrimmt, dass sich die Innenhebel im Mittelzug überlappen. Um trotzdem die Hände aneinander vorbeiführen zu können, werden die Dollen unterschiedlich hoch eingestellt und eine verbindliche Handführung rechts vor und unter links festgelegt (Abb. 1). Die rechte Hand befindet sich sowohl im Durchzug als auch im Freilauf näher am Körper. Die Handführung rechts vor links gilt fast auf der ganzen Welt als Standard (Thompson, 2005) und wird auch im DRV verwendet. Eine einheitlich festgelegte Handführung ist zwingend notwendig, denn dadurch wird die Formierung von Bootsbesatzungen erleichtert.

Um die geforderte Handführung rechts unter links zu ermöglichen, wird die Steuerborddolle ca. 1 bis 2 cm höher getrimmt

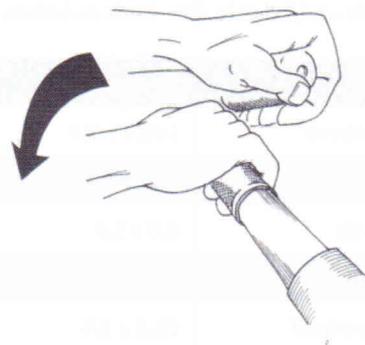


Abb. 1: Handführung rechts vor und unter links beim Skullen.

als die Backborddolle (Kleshnev, 2011a; McNeely & Royle, 2007; Sinclair, Greene & Smith, 2009; Thompson, 2005). Daraus resultiert eine Höhendifferenz der Handgriffe von 6 bis 7 cm (Kleshnev, 2011b), die den notwendigen Raum für die geforderte Handführung schafft. Benötigt ein Ruderer mehr Raum für die Hände, kann die Dollenhöhe entsprechend angepasst werden (McArthur, 1997).

Weiter beeinflusst der Überstand (engl.: overlap) die Handführung. Der Überstand oder Übergriff beschreibt die Distanz, über die sich die Handgriffe beider Skulls im Mittelzug überlappen (Abb. 2).

Die empfohlene Amplitude des Überlappens beträgt 14 bis 18 cm (McArthur, 1997). Der Überstand wird durch die Innenhebellänge (inboard) und den Abstand zwischen beiden Dollen (span) determiniert. Am Boot kann der Überstand direkt gemessen oder aus der Innenhebellänge und dem Dollenabstand berechnet wer-

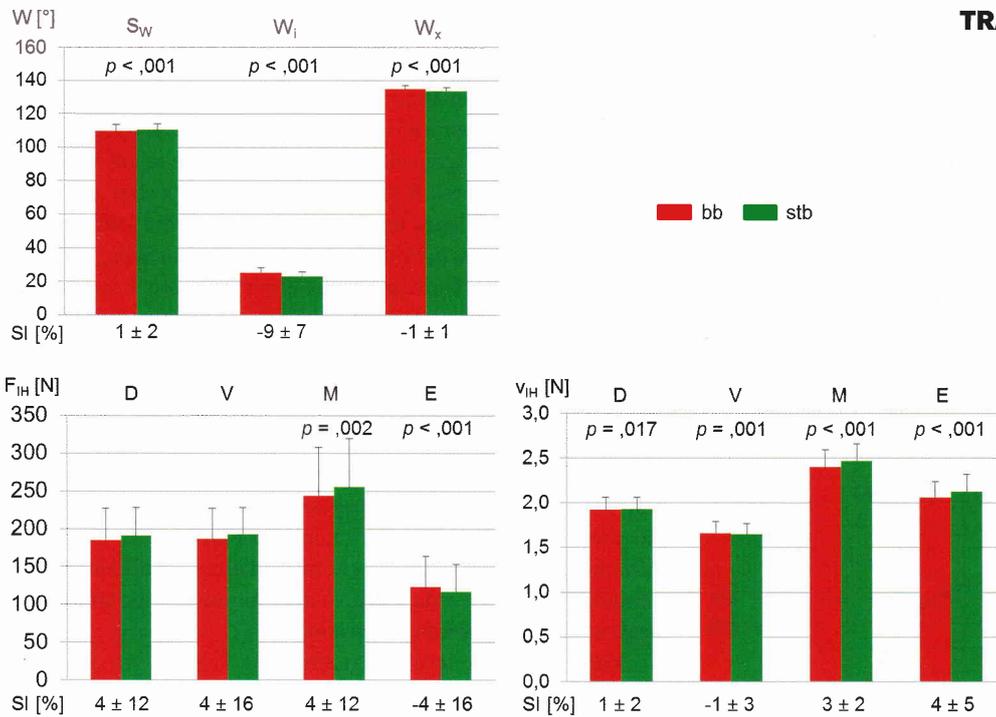


Abb. 3: Vergleich rudertechnischer Kennwerte von Backbord (bb) und Steuerbord (stb), Durchzug (D), Vorderzug (V), Mittelzug (M) und Endzug (E) sowie des Symmetrieindex (SI), Schlagweite (SW), Vorlagewinkel (Wi), Rücklagewinkel (Wx), Innenhebelkraft (FIH) und Innenhebelgeschwindigkeit (vIH), N = 72

erlaubt der Steuerbordhand die Backbordhand im Endzug fast einzuholen. Diese Kraftasymmetrie erzeugt ein geringes Kippeln des Bootes (0,5-1°) während des Durchzuges und erhöht den Verlust durch Wasserwiderstand. Zur Minimierung der Verluste, die beim Skullen durch Asymmetrie verursacht werden, empfiehlt Kleshnev (2011a) mit geringen Kraftunterschieden am Innenhebel zu ziehen, um das Kippeln zu reduzieren, eine leichte Neigung des Bootes beim Wasser fassen und im Mittelzug in Kauf zu nehmen, sowie den Überstand auf 18 cm und die Höhendifferenz der Dollen auf 1,5 bis 2 cm einzustellen.

Befunde zur Asymmetrie rudertechnischer Kennwerte im Doppelvierer

Methodik: In einer retrospektiven Analyse wurden Messfahrtergebnisse unterschiedlicher Jahrgänge, Leistungsklassen und Schlagfrequenzstufen auf Bootsseitenunterschiede rudertechnischer Kennwerte untersucht. Vergleichbare Messfahrtergebnisse standen für Männer (n = 8), Männer U23 (n = 8), Junioren (n = 24) und Juniorinnen (n = 32) in vier Schlagfrequenzstufen (20, 24, 28, 32 Schl./min) aus dem Doppelvierer zur Verfügung. Insgesamt wurden 18 Doppelvierer mit 72 Probanden analysiert. Die Stichproben setzten sich ausschließlich aus Bundeskaderathleten zusammen, wodurch zum einen ein hohes und homogenes Leistungsniveau innerhalb der Subgruppen und zum anderen markante Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen resultierten.

Die Daten wurden mit dem Mobilien Messsystem 2012 (MMS 2012) des Instituts für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES) erhoben. Für die rudertechnischen Kennwerte wurde

der Grad der Asymmetrie zwischen den Bootsseiten (Backbord und Steuerbord) mittels Symmetrieindex (SI) in Anlehnung an Robinson et al. (1987) nach der Formel:

$$SI = ((x_{stb} - x_{bb}) / (0,5(x_{stb} + x_{bb}))) \cdot 100\%$$

bestimmt. Dabei kennzeichnet x_{stb} den jeweiligen rudertechnischen Kennwert (Ruderwinkel, Innenhebelkraft oder Innenhebelgeschwindigkeit) der Steuerbordseite und x_{bb} den vergleichbaren Kennwert der Backbordseite.

Zusätzlich wurden die rudertechnischen Kennwerte einer Varianzanalyse mit Messwiederholung mit dem Innersubjektfaktor Bootsseite (Backbord vs. Steuerbord) und Schlagfrequenz (SF20, SF24, SF28, SF32) sowie dem Zwischensubjektfaktor Leistungs-kategorie (Juniorinnen, Junioren, MännerU23, Männer) unterzogen.

Ergebnisse: Ein signifikanter Haupteffekt der Bootsseite bestand bei den Kennwerten:

- Schlagweite sowie des Vor- und Rücklagewinkels,
- Innenhebelkraft im Mittel- und Endzug sowie
- Innenhebelgeschwindigkeit im Vorder-, Mittel- und Endzug.

Die mittleren Innenhebelkräfte im Durchzug wiesen nur geringe Unterschiede mit höheren Werten der Steuerbordseite (SI = 4 %) auf. Die Differenz war jedoch nicht signifikant (Abb. 3).

Die **Schlagfrequenz** beeinflusste die Asymmetrie rudertechnischer Kennwerte nur gering. Die Asymmetrie der Ruderwinkel mit ca. 2° weiterer Vorlage, ca. 1° geringerer Rücklage und damit insgesamt ca. 1° größerer Schlagweite auf Steuerbord wurde in jeder der vier Schlagfrequenzstufen festgestellt.

Kennwert [Einheit]	Bootsseite/ Leistungsklasse	Juniorinnen (n = 32)	Junioren (n = 24)	Männer U23 (n = 8)	Männer (n = 8)
Innenhebelgeschw	Backbord	2,3 ± 0,17	2,45 ± 0,16	2,49 ± 0,14	2,54 ± 0,19
im Mittelzug [m/s]	Steuerbord	2,36 ± 0,17	2,52 ± 0,15	2,58 ± 0,14	2,59 ± 0,2
SivIHM [%]	stb-bb	3,0 ± 2,5	3,0 ± 2,2	3,5 ± 1,7	1,8 ± 1,5

Tab. 2 Mittelwert ± Standardabweichung der Innenhebelgeschwindigkeit im Mittelzug in Abhängigkeit von der Leistungsklasse, zusammengefasste Daten gemittelt über die vier Schlagfrequenzen, Backbord (bb) und Steuerbord (stb), N = 72

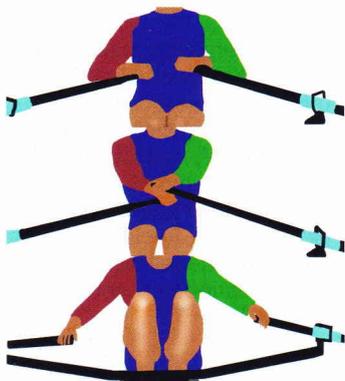
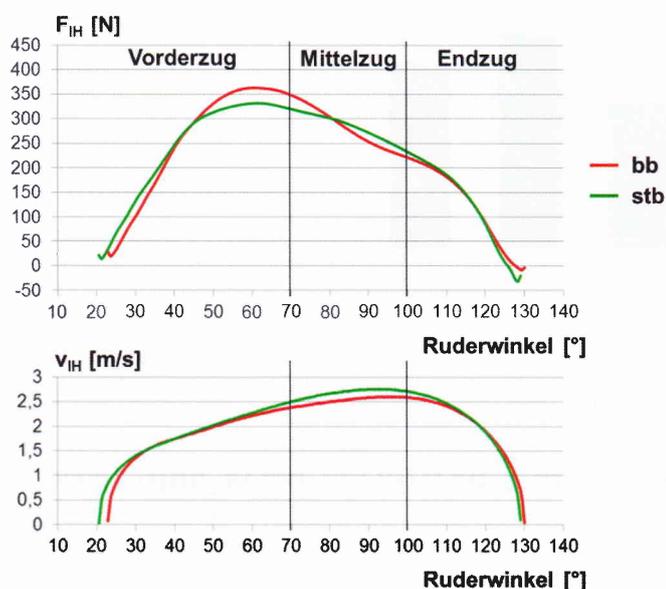


Abb. 4 Exemplarische Darstellung der Bootsseitenunterschiede zwischen Backbord (bb) und Steuerbord (stb) im Durchzug. Links: Position der Hände in der Rücklage, im Mittelzug und in der Vorlage im Einer. Unten: Innenhebelkraft (F_{IH}) und Innenhebelgeschwindigkeit (v_{IH}) eines Ruderers bei Schlagfrequenz 32 Schl./min im Doppelvierer.



Mit steigender Schlagfrequenz stiegen zwar die Innenhebelgeschwindigkeit und die Innenhebelkraft an, jedoch zeigte sich in den vier untersuchten Intensitäten eine vergleichbare geringe Asymmetrie zugunsten der Steuerbordseite. Der Symmetrieindex variierte im Vergleich der Schlagfrequenzstufen vernachlässigbar gering (Tab. 1).

Die **Leistungsklasse** beeinflusste die Beträge der Schlagweite, des Vorlage- und Rücklagewinkels sowie der Innenhebelkraft und -geschwindigkeit ohne jedoch die Asymmetrie von Back- und Steuerbord dieser rudertechnischen Kennwerte essentiell zu verändern. Abweichend davon wurde nur ein signifikanter Haupteffekt der Leistungsklasse auf den Symmetrieindex der Innenhebelgeschwindigkeit im Mittelzug gefunden ($p = 0,043$). Die Männer der Nationalmannschaft realisierten bei höherer Innenhebelgeschwindigkeit eine geringere Asymmetrie als die anderen drei Leistungsklassen (Tab. 2).

Die Abbildung 4 visualisiert zusammenfassend die charakteristischen Unterschiede am Beispiel eines Ruderers. Die Grafik zeigt die charakteristische Asymmetrie des Ruderwinkels (Schlagweite, Vorlage- und Rücklagewinkel), der Innenhebelgeschwindigkeit und Innenhebelkraft. Für diesen Ruderer war die vergleichsweise große Asymmetrie der Innenhebelkraft auffällig, die ansonsten im Durchschnitt der untersuchten Skullerinnen und Skuller geringer ausfiel.

3.3 Diskussion der empirischen Befunde

Das Ziel der Untersuchung war die Analyse der Bootsseitenasymmetrie in Abhängigkeit von der Schlagfrequenz und Leistungsklasse beim Skullen. Eine Asymmetrie wurde aufgrund der unterschiedlichen Dollenhöhe (Steuerbord höher als Backbord),

des Überlappens der Innenhebel im Mittelzug und der Handführung rechte Hand vor und unter linker Hand erwartet. Die empirischen Daten bestätigten eine größere Schlagweite auf Steuerbord (1°) mit einer weiteren Ruderwinkelvorlage (2°), aber geringerem Ausziehen des Schlages im Endzug (1°). Auch die Differenzen in der Innenhebelgeschwindigkeit waren überzufällig, wobei im Vorderzug die Backbordseite mit einer höheren Innenhebelgeschwindigkeit beginnt, jedoch nach dem Passieren der Hände die Steuerbordseite höhere Werte annimmt und diese auch im Mittel- und Endzug beibehält. Die Innenhebelkraft zeigte wie erwartet im Mittelzug höhere Werte auf Steuerbord aber geringere Werte im Endzug. Letzteres entsprach nicht der Erwartung.

Die Unterschiede zwischen den Kennwerten beider Bootsseiten waren vom Betrag her insgesamt klein, jedoch systematisch für die untersuchten Skullerinnen und Skuller. Für die mittlere Innenhebelkraft im Durchzug konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden, d. h. in der Summe war die Innenhebelkraft beider Bootsseiten vergleichbar.

Eine Möglichkeit die Handführung (rechts vor und unter links) rudertechnisch umzusetzen, ohne übermäßige Verluste in der Ruderleistung hinzunehmen, besteht in einer unterschiedlichen Vorlageposition mit einem geringeren Herausgreifen der Backbordhand, die dadurch einen leichten „Vorsprung“ gegenüber der Steuerbordhand für den nachfolgenden Durchzug erhält. Außerdem sollte die Backbordhand mit höherer Innenhebelgeschwindigkeit im Vorderzug schneller als die Steuerbordhand nach innen gezogen werden, wodurch sich deren „Vorsprung“ weiter erhöht und das Über- und Hintereinanderführen beider Hände unterstützt. Werden die Hände nach dem Überlappen auseinander bewegt, dann kann die Steuerbordhand im Mittelzug kräftiger und schneller ziehen als die Backbordhand und den Rückstand aufholen. Trotzdem zeigt sich im Endzug eine geringere Schlagweite als charakteristisch für die Steuerbordseite.

Das geringere Heranziehen der Steuerbordhand kann auch als Vorwegnahme der nachfolgenden Handführung im Freilauf interpretiert werden. Während der antriebslosen Phase bleibt die Backbordhand näher am Körper oder anders formuliert, die Steuerbordhand geht jetzt voraus und erhält durch das geringere Heranziehen einen kleinen „Vorsprung“ für das Vorführen der Hände im Freilauf, die sich in der antriebslosen Phase im Bereich um die Orthogonalstellung der Skulls wieder überlappen.

Bedingt durch die unterschiedliche Handführung und Dollenhöhe resultieren zwei rudertechnische Probleme, die sich in der Innenhebelkraft und -geschwindigkeit niederschlagen. Zum einen kann die höhere Steuerbordhand ein zu tiefes Tauchen des Blattes bei Durchzugsbeginn provozieren. Die höhere Tauchtiefe führt dann zu einer hohen Innenhebelkraft aber nur geringer Innenhebelgeschwindigkeit nach Schlagbeginn im Vorderzug. Zum anderen besteht die Gefahr, den Schlag auf der Steuerbordseite nicht voll ausziehen, das sich in einer geringen Innenhebelkraft im Endzug auf dieser Bootsseite äußert.

Das untersuchte Schlagfrequenzspektrum reichte von der extensiven bis zur hochintensiven Ausdauer (Schlagfrequenz von 20 bis 32 Schl./min) und umfasste somit typische Belastungsbereiche des Trainings, ohne maximale Anforderungen, wie sie im Rudern gestellt werden. Für dieses Schlagfrequenzspektrum gilt somit die Aussage, die Variation der Schlagfrequenz führt zu keiner bedeutsamen Änderung der Symmetrieindexe rudertechnischer Kennwerte. Die Asymmetrie zwischen beiden Bootsseiten bleibt durch die Schlagfrequenz unbeeinflusst.

Auch die Leistungsklasse veränderte den Betrag rudertechnischer Kennwerte von Back- und Steuerbord vergleichbar, ohne

die Asymmetrie wesentlich zu beeinflussen. Eine Ausnahme bildete jedoch der Symmetrieindex der Innenhebelgeschwindigkeit im Mittelzug mit geringerer Asymmetrie der Männer der Nationalmannschaft im Vergleich zu den Nachwuchsathleten der U23 und den Juniorennationalmannschaften. Bei den untersuchten acht Männern handelte es sich durchweg um Medaillengewinner bzw. Endlaufteilnehmer bei internationalen Regatten, was die Leistungsbedeutsamkeit dieses Bewegungsmusters weiter unterstreicht. Beim Skullen kennzeichnet der Mittelzug eine Schlüsselphase, da sich die Hände kreuzen. Geringe Differenzen der Innenhebelkraft und -geschwindigkeit zwischen beiden Bootsseiten in dieser Phase sind ein wichtiges Merkmal rudertechnischer Expertise.

Fazit: Skulls werden versetzt geführt

Resümierend werden die Skulls infolge des Überlappens der Innenhebel versetzt geführt, wodurch sich eine geringe Asymmetrie in der Schlagweite pro Steuerbord, der Innenhebelgeschwindigkeit und in der Innenhebelkraft einstellt. Dies geht mit einer annähernd ausgeglichenen Innenhebelkraft im Durchzug mit Vorteilen der Steuerbordseite einher. Übermäßige Bootsseitendifferenzen der Innenhebelkraft im Durchzug sollten vermieden werden, um den Geradeauslauf des Bootes nicht unnötig zu stören. Die Kontrolle der Symmetrie der rudertechnischen Kennwerte der Schlagweite, Innenhebelkraft und -geschwindigkeit stellt eine wesentliche Leistungsvoraussetzung für erfolgreiches Skullen dar. Die Differenzen im Ruderwinkel mit einer größeren Schlagweite auf Steuerbord (1°) sowie einer weiteren Ruderwin-

kelvorlage (2°), aber geringerer Rücklageposition (1°) sollten als leitbildgerechte Orientierung in das Training übernommen werden.

KLAUS MATTES, S. WOLFF, B. LOSEKAMM, N. SCHAFFERT
(UNIVERSITÄT HAMBURG, INSTITUT FÜR BEWEGUNGSWISSENSCHAFT, ARBEITSBEREICH BEWEGUNGS- UND TRAININGSWISSENSCHAFT)

LITERATUR

Kleshnev, V. (2011a). Asymmetry in sculling. Rowing Biomechanics Newsletter, 11 (124).
 Kleshnev, V. (2011b). Biomechanics of rowing. In V. Nolte (Ed.), Rowing faster (2nd ed., pp. 107-124). Champaign, IL: Human Kinetics.
 Kleshnev, V. (2014). Brief rigging guide. Rowing Biomechanics Newsletter, 162 (9).
 McArthur, J. (1997). High performance rowing. Ramsbury, Marlborough [England]: Crowood.
 McNeely, E. & Royle, M. (2007). Skillful rowing (2. ed.). Aachen: Meyer & Meyer Sport.
 Robinson, R. O., Herzog, W. & Nigg, B. M. (1987). Use of force platform variables to quantify the effects of chiropractic manipulation on gait symmetry. Journal of manipulative and physiological therapeutics, 10 (4), 172-176.
 Sinclair, P., Greene, A. & Smith, R. (2009). The effects of horizontal and vertical forces on single scull boat orientation while rowing. 27 International Conference on Biomechanics in Sports, 1 (1).
 Thompson, P. (2005). Sculling. Training, technique & performance. Ramsbury: Crowood.

 **rowperfect . online**

Aktionspreise für Rudersport Leser:
per E-Mail bis 30.10.2020

Die Ruderplattform mit Rudershop – von Ruderern für Ruderer



Bont Ruderschuhe ohne Wechselsystem,
4 Farben: ab 99.00€



Universal Wechsel System: 89.00€



Winter Leggings: 45.90€



Wassersport Shirt: 69.00€



RP Ruder / SUP/
Kajak Handschuhe: 19.90€



CS - Ruderhandschuhe: 45.90€



RP Wadenschoner: 15.50€



RP Wasserdichte Socken: 39.90€

Alle Preise zzgl. Versand.

Weiter Produkte: Sitzkissen/ Citius Remex: 95.00€ / Seesäcke 25L/ Rowtex: 29.90€ / Ruderspiegel: 19.90€ / Weste VIVO100: 99.90€/

Rowperfect ist die meistgelesene unabhängige Ruder-Website der Welt. Nur die FISA-Seite hat mehr Besucher.
Mehr Infos finden Sie unter: www.rowperfect.online E-Mail: info@rowperfect.co.uk • www.rowperfect.co.uk