
Wirkungsanalyse des akustischen Feedbacktrainings mit Sofirow zur Optimierung der Bootsbewegung von Kaderathletinnen und -athleten des Deutschen Ruderverbandes

(AZ 070802/11)

Klaus Mattes (Projektleiter) & Nina Schaffert

Universität Hamburg, Abteilung Bewegungs- und Trainingswissenschaft

Projektpartner: Alfred O. Effenberg

Universität Hannover, Institut für Sportwissenschaft

Problemstellung

Im Deutschen Ruderverband (DRV) wird seit mehr als zehn Jahren biomechanisch gestütztes Feedback u. a. auch für die Optimierung der Bootsbeschleunigung erfolgreich eingesetzt (Mobiles Mess- und Trainingssystem 2010 sowie PCS-Sportler des Instituts FES und der Universität Hamburg) (u. a. Mattes, 2001; Mattes et al., 1997). Die Daten werden im Anschluss an die Trainingseinheit durch Auswertung der Messbootergebnisse den Athletinnen und Athleten sowie Trainerinnen und Trainern vermittelt bzw. online auf ein Grafikdisplay im Rennboot als visuelle Synchroninformation präsentiert (PCS-Sportler). Die Wirkung dieser visuellen Ist-Information wird aufgrund der prinzipiellen Grenzen der visuellen Informationsaufnahme aber in zweierlei Richtung eingeschränkt: die Aufnahme der Informationsinhalte verlangt eine bestimmte Kopfhaltung, Augenbewegungen zur Fokussierung und lenkt die Aufmerksamkeit der Athletinnen und Athleten auf das Grafikdisplay. Für die Trainerin bzw. den Trainer erfordert die Beobachtung eine permanente Hinwendung zum Ruderboot, die im Motorboot nur bedingt geleistet werden kann. Da dynamische Merkmale wie der Krafteinsatz prinzipiell nicht direkt beobachtbar sind, sondern nur indirekt über ihre Wirkung (Bewegungsänderungen oder Verformungen des Materials) geschätzt werden können, gewinnt akustisches Feedback dynamisch-zeitlicher Prozesse, wie dem Bootsbeschleunigungsverlauf, zunehmend an Interesse. Der Einsatz akustischer Feedbacksysteme kann hier ansetzen und ergänzend zu bestehenden Systemen den Prozess im Techniktraining über die zeitsynchrone akustische Präsentation der Messwerte zur Bewegungsausführung erweitern, ohne eine besondere visuelle Zuwendung zu verlangen. Die Vorteile dabei liegen gerade in der zuverlässigen Steuerung des Aufmerksamkeitsfokus über den auditiven Sinneskanal mit der Möglichkeit, mehrere Informationsströme gleichzeitig aufnehmen und verarbeiten zu können (vgl. Höner, Hermann & Grunow, 2005).

Für die Sonifikation des Bootsbeschleunigungs-Zeit-Verlaufs wurde *Sofirow* als akustisches Feedbacksystem und ruderspezifisches Trainingsmittel in Kooperation zwischen der BeSB GmbH Berlin und der Universität Hamburg entwickelt (Schaffert & Mattes, 2011) und im Projektjahr 2009 erstmals mit Kaderathletinnen und -athleten

des DRV erprobt (Mattes, Schaffert & Effenberg, 2010). Dabei konnten signifikante Steigerungen der mittleren Bootsgeschwindigkeit sowie strukturelle Veränderungen im Beschleunigungsverlauf in den Etappen mit Sonifikation bei vergleichbaren Schlagfrequenzen (max. Differenzen $< 0,5$ Schläge/min) gezeigt werden. Im Mittelpunkt des Anschlussvorhabens stand die theoretische Begründung zur Wirksamkeit der Sonifikation von Bewegungen (Literaturanalyse) sowie die empirische Überprüfung der Ansteuerung von Merkmalen im Beschleunigungsverlauf in nur wenigen Trainingseinheiten (TE) und die Behaltensdauer der Effekte (Prozessorientierung) im Training von Kaderathletinnen und -athleten des DRV mit dem akustischen Feedbacksystem *Sofirow*. Die Wirkung der Sonifikation zur Optimierung des Bootsbeschleunigungs-Zeit-Verlaufs sollte mittels *Sofirow* systematisch überprüft werden. Zusätzlich wurde eine Befragung durchgeführt, um zu klären, in welcher zeitlichen Folge die Sonifikation im Training eingesetzt werden kann.

Methode

Die Untersuchungen wurden mit Kaderathletinnen und -athleten des DRV (Senioren, U23 und Juniorinnen bzw. Junioren (A und B)) in Skull- und Riemenbootklassen während der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung (UWV) für die Weltmeisterschaften 2011 (N = 4) sowie während der Vorbereitung auf die Qualifikationsregatten zur Juniorennationalmannschaft 2012 (N = 2) durchgeführt.

Die empirische Überprüfung der Ansteuerungs- und Behaltenseffekte erfolgte als Trainingsintervention ohne Kontrollgruppe mit Messwiederholung über drei Stufen (Prä-, Post- und Behaltenstest). Zwischen den Tests lag eine definierte Anzahl Trainingseinheiten, während denen die Sonifikation in mit dem Trainer abgestimmten Abschnitten blockweise zu- und abgeschaltet wurde (ohne und mit Sonifikation im Wechsel). Die Auffrischung der Effekte durch weitere Trainingseinheiten mit Sonifikation wurde individuell durch die Athletinnen und Athleten sowie Trainerinnen und Trainer bestimmt.

Die Vertonung der Bootsbeschleunigung als akustisches Feedback erfolgte mittels *Sofirow*. Das Gerät misst die Bootsbeschleunigung mittels MEMS- Beschleunigungssensor (bis 125 Hz Abtastrate) und die Bootsgeschwindigkeit mit GPS (4 Hz). Die Online-Sonifikation des Bootsbeschleunigungs-Zeit-Verlaufes erfolgte durch Frequenzmodulation, wobei sich die Tonhöhe in der Klangsequenz als Funktion der Beschleunigung änderte. Die Klangsequenz wurde den Athletinnen bzw. Athleten über Lautsprecher zeitsynchron während des Ruderns präsentiert und war vom Motorboot aus steuerbar, d. h., das Zu- und Abschalten des Klangs erfolgte ferngesteuert. Die Trainerinnen bzw. Trainer konnten die Vertonung im Motorboot auf Wunsch mithören und auch die Abschnitte akustisch verfolgen, in denen den Athletinnen bzw. Athleten nichts präsentiert wurde.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit speziell entwickelter Analysesoftware. Zur Beantwortung der Frage nach der Wirkung der Sonifikation auf die Ansteuerung des Beschleunigungs-Zeit-Verlaufs beim Rudern im Rennboot in kurzer Zeit wurden die mittleren Schlagfrequenzen und Bootsgeschwindigkeiten für die ausgewählten Messzeitpunkte (Abschnitte ohne und mit Sonifikation im Wechsel) aus den Feed-

backblöcken für alle Boote (Senioren, U23 und Junioren) mit vergleichbarer Schlagfrequenz ($\pm 0,5$ Schläge pro Minute) ermittelt und statistisch mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung verglichen. Die Überprüfung von Behaltenseffekten erfolgte analog über den Vergleich des Prä-, Post- und Behaltenstest.

Ergebnisse

Der Einsatz der Sonifikation zeigte in den Feedbacktrainingblöcken bei den Nationalmannschaften einen signifikanten Einfluss auf das kinematische Merkmal der Bootsgeschwindigkeit (v_B). Die Abschnitte ohne und mit Sonifikation unterschieden sich bei allen Booten und über alle Messzeitpunkte im Vergleich bei der Steigerung der mittleren Bootsgeschwindigkeit ($F_3 = 23,73$; $p = 0,00$). Die Effektstärke der Sonifikation auf die Bootsgeschwindigkeit war mit einem partiellen Eta-Quadrat (η_p^2) von 0,44 hoch.

Bei der Behaltensüberprüfung kam es am Beispiel der Ergebnisse der Junioren im Untersuchungszeitraum in den Tests zu einer signifikanten Steigerung der mittleren Bootsgeschwindigkeit im Vergleich Post- und Behaltenstest vs. Prätest ($F_2 = 58,59$; $p = 0,00$). Die Effektstärke des Behaltens auf die mittlere Bootsgeschwindigkeit ist als sehr hoch einzuschätzen ($\eta_p^2 = 0,99$). Die individuellen Verläufe der mittleren Bootsgeschwindigkeit zeigen bei beiden Booten eine vergleichbare Ausprägung (Abb.1).

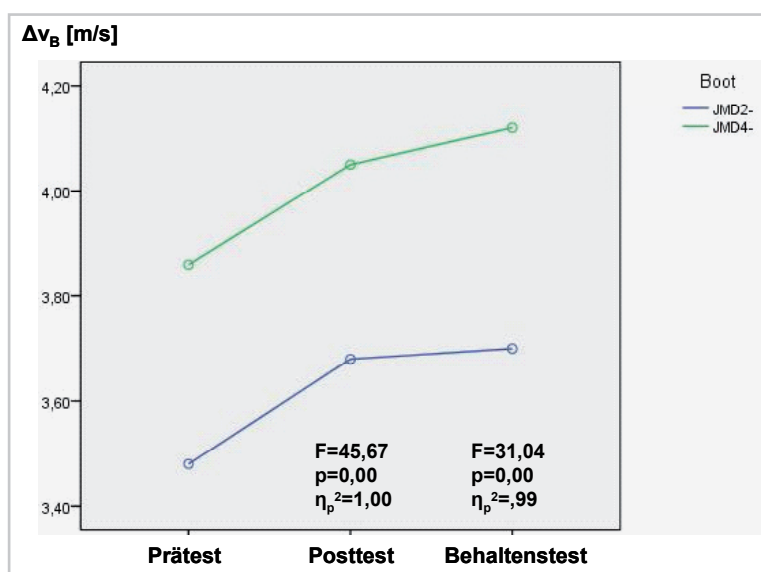


Abb. 1. Interaktionsdiagramm der mittleren Bootsgeschwindigkeit (v_B) für die drei Tests im Vergleich zwischen den Booten mit Darstellung der Unterschiede zwischen den Tests (F-Wert, Signifikanzniveau (p) und partielles Eta-Quadrat (η_p^2))

Die intrazyklische Analyse zeigte strukturelle Veränderungen im Bootsbeschleunigungs-Zeit-Verlauf wobei insbesondere die Freilaufphase (Merkmal 1) durch eine Verlängerung des Vorrollens sowie die vordere Bewegungsumkehr (Merkmal 2) (Verkürzung des Zeitintervalls) bei vergleichbarer Schlagfrequenz ($\pm 0,5$ Schläge

pro Minute) angesteuert werden konnte im Vergleich Post- und Behaltenstest vs. Prätest) (Abb. 2). Gleichzeitig wurden erhöhte Beschleunigungswerte im Vordergrund gemessen (Merkmal 3).

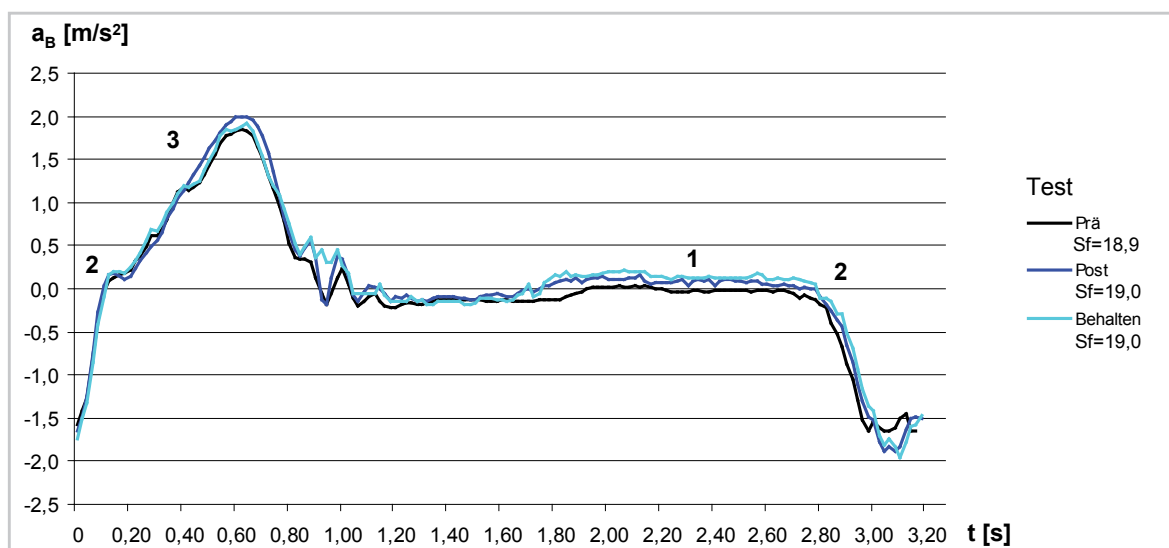


Abb. 2. Vergleich der mittleren Beschleunigungsverläufe am Beispiel des Junioren Riemenzweiers (JM2-) für die drei Tests über jeweils 25 Ruderzyklen (Sf = Schlagfrequenz)

In der Befragung zeigte der Einsatz von *Sofirrow* eine hohe Akzeptanz bei Athletinnen und Athleten sowie bei den Trainerinnen und Trainern. Dabei hat sich in der Praxis des Trainingsalltags die Funktionalität der Klangsequenz gegenüber der Ästhetik bewährt, da so eine direkte und unverfälschte Abbildung der Information gewährleistet ist (Schaffert, Mattes, Barrass & Effenberg, 2011). Durch Präsentation der Klangsequenz über Lautsprecher wird das akustische Feedback nicht von den natürlichen Rudergeräuschen isoliert. Über die Profilierung der Einzelschläge wurden die charakteristischen Phasen der Bootsbeschleunigung als Veränderung des Tons in Höhe (und Lautstärke) wahrgenommen und das eigene Bewegungsgefühl konnte in Beziehung zur Klangsequenz gebracht werden. Dadurch wurde die Vorstellung des Bewegungsgefühls unterstützt und die Aufmerksamkeit der Athletinnen und Athleten auf einzelne Bewegungsabschnitte gelenkt.

Diskussion

Mit der Analyse zur Wirksamkeit der Sonifikation von Bewegungen wurde ein theoretischer Bezugsrahmen für deren Einsatz gelegt, der die Interaktion zwischen dem Individuum und der Umwelt über das Erkennen und Verstehen von Informationen beschreibt. Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung konnten die wissenschaftlichen Fragestellungen mit den gefundenen Ansteuerungseffekten beantworten und die Unmittelbarkeit der Wirkung von akustischem Feedback auf die mittlere Bootsgeschwindigkeit in allen Kaderbereichen des DRV zeigen. Damit werden die Ergebnisse aus der ersten Projektphase (Mattes, Schaffert & Effenberg, 2010) bestätigt, dass durch den Einsatz der Sonifikation die Möglichkeit besteht, Einfluss

auf die zeitliche Struktur des Beschleunigungsverlaufs bei vergleichbarer Schlagfrequenz zu nehmen und die Ansteuerung ausgewählter Merkmale unterstützt werden kann. Mit dem zweiten Projekt konnte die grundsätzliche Anwendbarkeit der Methode geklärt und für die Sicherung der Nachhaltigkeit der Effekte ein Vorgehen entwickelt werden, das sich in der Trainingspraxis bewährt hat. Die Ergebnisse zur Überprüfung der Dauer der Effekte (Behalten) zeigen, dass die Wirkung des akustischen Feedbacks im Untersuchungszeitraum über die Trainingseinheiten erhalten bleibt.

Die gemessenen Bootsgeschwindigkeits- und Beschleunigungsdaten sowie die Ergebnisse der Athletenbefragung weisen auf den folgenden Wirkungszusammenhang hin: die Sonifikation verbessert über die zeitsynchrone akustische Rückinformation die Synchronisation der Bootsbesatzung und damit den Mannschaftsrhythmus, lenkt die Aufmerksamkeit gezielt auf die zeitlich-dynamische Struktur bestimmter Merkmale im Beschleunigungsverlauf (Freilauf und vordere Bewegungsumkehr), die in Beziehung zur Eigenwahrnehmung des Bootsdurchlaufs gebracht wird und dadurch deren gemeinsame Ansteuerung unterstützt (3) (Schaffert, Mattes & Effenberg, 2011). Damit kann eine Gesamtbewertung der Realisierung des Bootsdurchlaufes über das Bewegungsgefühl und auf das von der Mannschaftsrhythmik abweichende Verhalten erfolgen (Schaffert, 2011). Die systematische Vertonung von Bewegung eröffnet die Möglichkeit, Informationen und die Vermittlung von Bewegungsmustern über einen zusätzlichen Sinneskanal und unabhängig vom Auge wahrzunehmen.

Schlussfolgerungen

Mit der Sonifikation der Bootsbeschleunigung besteht neben der Möglichkeit zur differenzierten akustischen Abbildung von Merkmalen im Beschleunigungs-Zeit-Verlauf auch die Beeinflussung der Mannschaftssynchronisation. Bei der Entwicklung des trainingspraktischen Vorgehens für den Einsatz der Sonifikation wurden die Praktikabilität und Machbarkeit im Trainingsplan der Kaderathletinnen und -athleten berücksichtigt (individuell orientiertes Vorgehen), um den systematischen Einsatz auch während der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung (UWV) realisieren zu können. Damit steht mit *Sofirow* ein Trainingsgerät zur Verfügung, das in Ergänzung zu bestehenden Systemen, den Ansteuerungsprozess des zweckmäßigen Beschleunigungs-Zeit-Verlaufs durch Rückmeldung über das Gehör unterstützt (Schaffert, 2011).

Im Olympiajahr 2012 ist die Sonifikation als fester Bestandteil in der Trainingsvorbereitung der Nationalmannschaft des DRV in allen Kaderbereichen (Senioren, U23 und Junioren) sowie in der Vorbereitung der Handicap-Nationalmannschaft auf die Paralympischen Spiele integriert.

Literatur

- Höner, O., Hermann, T. & Grunow, C. (2005). Sonifikation – Ein Hilfsmittel zur Taktikanalyse im Sportspiel? In H. Gabler, U. Göhner & F. Schiebl (Hrsg.), *Zur Vernetzung von Forschung und Lehre in Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft* (S. 226-230). Hamburg: Czwalina.
- Mattes, K. (2001). *Komplexe Diagnostik von Ruderleistung und Rudertechnik im Rennboot mit dem Mobilien Messsystem 2000 – Leitfaden zur Anwendung sowie umfassenden Auswertung und Interpretation*. Humboldt-Universität zu Berlin.
- Mattes, K., Bähr, H., Böhmert, W. & Schmidt, V. (1997). Techniktraining mit direkter Anzeige rudertechnischer Kennlinien im Rennboot. In P. Hirtz & F. Nüske (Hrsg.), *Bewegungskoordination und sportliche Leistung integrativ betrachtet* (S. 226-230). Sankt Augustin: Academia Verlag.
- Mattes, K., Schaffert, N. & Effenberg, A.O. (2010). Sonifikation des Bootsbeschleunigungs-Zeit-Verlaufs zur Optimierung der Bootsbewegung im Wassertraining und Ruderrennen. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2009/10* (S. 241-245). Köln: Sportverlag Strauß.
- Schaffert, N. (2011). *Sonifikation des Bootsbeschleunigungs-Zeit-Verlaufs als akustisches Feedback im Rennrudern*. Logos Verlag Berlin, ISBN 978-3-8325-3008-2.
- Schaffert, N. & Mattes, K. (2011). Entwicklung eines akustischen Feedbacksystems als ruderspezifisches Trainingsgerät. In D. Link & J. Wiemeyer (Hrsg.), *Sportinformatik trifft Sporttechnologie. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Bd. 217* (S. 55-59). Hamburg: Czwalina Feldhaus-Verlag.
- Schaffert, N., Mattes, K., Barrass, S. & Effenberg, A. O. (2011). Exploring function and aesthetics in sonifications for elite sports. In R. Dale, D. Burnham & C. J. Stevens (Eds.), *Human Communication Science: A Compendium* (p. 465-472). ARC Research Network in Human Communication Science, Sydney. ISBN: 978-1-74138-363-8.
- Schaffert, N., Mattes, K. & Effenberg, A. O. (2011). Das „richtige“ Rhythmusgefühl: Wer hört, kann noch besser fühlen. *Rudersport*, 9, S. 50-53.