
Integration fahrdynamischer Parameter der Bootsbewegung in die biomechanisch gestützten Empfehlungen zur Formierung von Bootsbesetzungen und Feedbacktraining im Rennboot (U 23 und Juniorennationalmannschaften 2011)

(AZ 071610/11)

Klaus Mattes (Projektleiter) & Nina Schaffert

Universität Hamburg, Abteilung Bewegungs- und Trainingswissenschaft

Problemstellung

Die Auswahl der leistungsstärksten deutschen Juniorenrunderinnen bzw. -runderer und deren Sitzpositionierungen im Rennboot erfolgt jährlich auf Basis der erzielten Regattaergebnisse sowie anhand von leistungsphysiologischen Befunden (Mattes, 2010). Dabei werden insbesondere die individuelle ruderspezifische Leistungsfähigkeit unter den Bedingungen der Groß- und Mittelboote berücksichtigt. Die Formierung der neuen Bootsbesetzungen und deren rudertechnische Vorbereitung auf den internationalen Wettkampfhöhepunkt (Junioren- und U23 Weltmeisterschaften) verlangt die Optimierung der Ruderleistung und -technik sowie deren Feinstellung im Mannschaftsgefüge in vergleichsweise kurzer Zeit, um die international geforderte hohe Bootsgeschwindigkeit im Ruderrennen erreichen zu können. Dieser Prozess kann durch biomechanisch gestütztes Feedbacktraining schnell und zielgerichtet gesteuert werden und die Arbeit der erfahrenen Trainerin bzw. des erfahrenen Trainers unterstützen. Die biomechanische Diagnostik und das anschließende Feedbacktraining verfolgen die Aspekte

- des Rankings und der Empfehlungen zur Groß- und Mittelbootsformierung,
- die Generierung von Trainingszielen zur Ansteuerung der Rudertechnik für die einzelne Rudererin bzw. den einzelnen Ruderer und die Bootsbesetzung und
- die wissenschaftliche Begleitung des Feedbacktrainings zur Sicherung von Ansteuerungseffekten bei der Ruderin bzw. beim Ruderer und bei der Bootsbesetzung.

Die komplexe Diagnostik (KLD) von Ruderleistung und -technik erfolgte mit dem „Mobilen Mess- und Trainingssystem 2010“ (MMS 2010) des Instituts für Forschung und Entwicklung für Sportgeräte (FES) (Mattes, 2001). Für die Durchführung des Feedback- oder Messplatztrainings wurde das Processor Coach System-3/Sportler (PCS-3/S) mit direkter Anzeige der Messgrößen beim Rudern im Rennboot verwendet (Mattes & Böhmert, 2002).

Insgesamt wurden 156 Messfahrten zur Selektion und während des Techniktrainings in der Unmittelbaren Wettkampfvorbereitung (UWV) wissenschaftlich betreut (davon 56 x KLD und 100 x Feedback). Das Prozedere unterschied sich nicht zu dem der vorangegangenen Jahre und wurde dort bereits ausführlich beschrieben (Mattes & Schaffert, 2011).

Für das Trainingsjahr 2011 wurden zusätzlich die fahrdynamischen Parameter über die synchrone Erfassung der Roll-, Gier- und Stampfbewegung des Bootes mit dem neuen Messsystem X-Row in Kooperation mit dem Institut für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES) durchgeführt. Neben der biomechanischen Diagnostik und dem Feedbacktraining stellte die Erprobung von X-Row einen weiteren Schwerpunkt des Betreuungsprojekts dar. Dabei mussten im ersten Schritt die synchrone Datenerfassung der verschiedenen Sensoren sowie die Kalibrierung des Messsystems sichergestellt werden. Im nächsten Schritt erfolgte die Integration von X-Row in das MMS 2010 und die Entwicklung eines Konzepts zur routinemäßigen Darstellung der Messergebnisse für die biomechanische Diagnostik.

Methode

Für die Untersuchung wurden die ersten Messdaten von Voruntersuchungen mit vier Einern der männlichen Leichtgewichts D-Kader des Deutschen Ruderverbandes (DRV) im Rahmen der regulären biomechanischen Diagnostik durchgeführt (N = 4; Körperhöhe = $1,79 \pm 4,51$ m; Körpermasse = $70,3 \pm 4,3$ kg) und sind nachfolgend gesondert ausgewertet. Die Messungen fanden im Frühjahr und Herbst 2011 im Landesleistungszentrum in Hamburg-Allermöhe und in Ratzeburg statt. Die Analyse der mehrdimensionalen Bootsbewegung erfolgte über die Erfassung der Roll-, Gier- und Stampfbewegung des Bootes in vier verschiedenen Schlagfrequenzstufen (SF 20, 24, 30, 32) als unabhängige Variable. Bei den Messfahrten herrschten vergleichbare Wasser- und Wetterbedingungen (nahezu glattes Wasser, leichte Brise).

Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung über jeweils zehn Ruderzyklen mit dem Zwischensubjektfaktor Schlagfrequenz (Schlagfrequenzstufen 20, 24, 28, 32).

Im Rahmen der Routinediagnostik wurde neben dem MMS 2010 (KLD) und dem PCS-3/S (Feedbacktraining) das neue Messsystem X-Row (Firma X-Sens) für dessen Erprobung und Zusammenführung mit dem MMS 2010 eingesetzt (Reichmann, Böhmert & Mattes, 2012). Das MMS 2010 liefert sportlerspezifische Messwerte (Riemenkraft, Ruderwinkel, Rollsitze und Stembrettkraft) sowie die Bootsbeschleunigung in Vortriebsrichtung (Böhmert, 2009) und das PCS-3/S stellt die biomechanischen Messgrößen zeitsynchron mit der Bewegungsausführung der Rudererin bzw. dem Ruderer im Rennboot bzw. dem Trainer im Begleitboot auf je einem Grafikdisplay dar. X-Row ermöglicht die Erfassung der Bootsbewegung in Vortriebsrichtung: die Bootsbeschleunigung (100 Hz-MEMS-Beschleunigungssensor), den Bootsweg und -geschwindigkeit (4 Hz-GPS) sowie das Rollen, Gieren und Stampfen (100 Hz-3D-Gyroskop, Auflösung $0,05^\circ$).

Ergebnisse

Trotz der Schwierigkeiten bei der Erprobung des neuen Messsystems X-Row konnten erste Ergebnisse erzielt werden. Es zeigte sich, dass zwischen den Schlagfrequenzen und den Amplituden der Stampfbewegung (Stampfranges) signifikante Unterschiede ($F_4 = 48,2$; $p < 0,01$) bestehen. Dieser Haupteffekt besitzt eine hohe Effektstärke ($\eta_p^2 = 0,58$) und wirkt in Abhängigkeit von der Schlagfrequenz (Abb. 1).

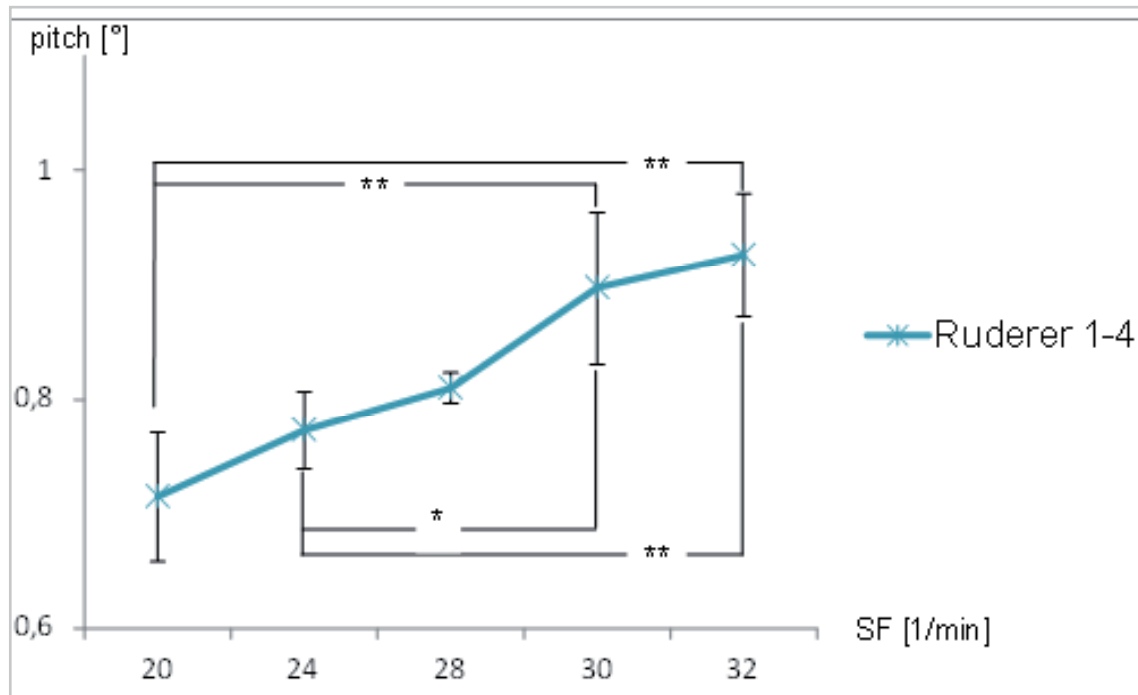


Abb. 1. Mittlere Stampfranges (Amplituden der Stampfbewegung) in Abhängigkeit von der Schlagfrequenz (Standardabweichung und Signifikanz), D-Kader, N = 4.

Im Einzelnen unterscheiden sich die Schlagfrequenzen folgendermaßen: SF20 zu SF30 ($p < 0,01$); SF20 zu SF32 ($p < 0,01$), SF24 zu SF30 ($p < 0,05$) und SF24 zu SF32 ($p < 0,01$). Des Weiteren ist eine Korrelation zwischen der Stampfbewegung des Bootes und der Bootsbeschleunigung erkennbar.

Bei der Erprobung von X-Row konnten zudem folgende Ziele erreicht werden:

- synchrone Datenaufnahme der Roll-, Gier- und Stampfbewegung sowie der Bootsbeschleunigung und -geschwindigkeit mit einer Aufnahmefrequenz von 100 Hz,
- vollständiger Zugriff auf die Rohdaten sowie deren zeit- und schlagbezogene Darstellung,
- synchrone Messung mit zwei Sensoren (Bug- und Hecksensor),
- Kalibrierung des Messsystems,
- Routineeinsatz im Training und Ruderrennen.

Im Rahmen der Messfahrten wurde ein Konzept zur routinemäßigen Darstellung der Messergebnisse für die Ruderleistungs- und -technikdiagnostik durchgeführt. Hierbei werden zukünftig folgende Kennlinien und Kennwerte für Durchzug und Freilauf synchron zu den Messdaten des MMS 2010 dargestellt:

- mittlere Verläufe der Stampfbewegung, Bootsbeschleunigung und -geschwindigkeit,
- Minima und Maxima, Amplitudendarstellung der Stampf-, Roll- und Gierbewegung für Etappen sowie für jeden einzelnen Ruderschlag.

Die ersten Ergebnisse zur Bootsbe-
wegung und die Schwierigkeiten bei der Durch-
führung der Messungen wurden im Kreis der Messtechniker zu Beginn dieses Jah-
res in Hannover ausführlich diskutiert (Messtechniker-Workshop am 16.2.2012).

Diskussion

Aus den ersten Ergebnissen zur mehrdimensionalen Messung der Bootsbe-
wegung lassen sich folgende Erfahrungen ableiten:

1. Das neue Messsystem verfügt über den Vorteil, dass die Messung der Boots-
bewegung synchron für die Roll-, Gier- und Stampfbewegung des Bootes sowie
für die Bootsbeschleunigung und -geschwindigkeit erfolgt.
2. Zwischen den Schlagfrequenzen und den Amplituden der Stampfbewegung
zeigten sich signifikante Unterschiede. Dieser Haupteffekt besitzt eine sehr
hohe Effektstärke und wirkt in Abhängigkeit von der Schlagfrequenz. Zudem
ist eine Korrelation zwischen der Stampfbewegung und Bootsbeschleunigung
erkennbar.
3. Die mehrdimensionale Messung der Bootsbe-
wegung sollte in die Routinedia-
gnostik übernommen werden, weil sich daraus weiterführende Informationen
zur individuellen Rudertechnik und Krafterzeugung sowie deren Auswirkungen
auf die Bootsbe-
wegung ableiten lassen, die trainingsmethodisch relevant sind.
Das sind im Einzelnen Aussagen zum Zusammenhang zwischen der Kraffein-
leitung am Innenhebel und der Bootsbe-
wegung (Querbeschleunigungen und
Krängung) sowie zum Zusammenhang zwischen vertikalen Komponenten der
Stembrettkraft und der Stampfbewegung zur individuellen Gestaltung der vor-
deren Bewegungsumkehr und Druckaufnahme und innerhalb der Durchzugs-
phasen.

Im Trainingsjahr 2012 werden die Messbootfahrten mit dem MMS 2010 in Kombina-
tion mit X-Row in Klein- und Großbooten durchgeführt. Nach den ersten Erfahrungen
sollte der Einsatz des neuen Messsystems X-Row in die leistungsdiagnostische
Routine integriert werden, um Aussagen zur Stampf-, Roll- und Gierbewegung des
Bootes in allen Boots- und Gewichtsklassen machen zu können, Unterschiede zwi-
schen Männern und Frauen zu analysieren und um mögliche Korrelationen zwi-
schen den Bewegungsformen des Bootes zu ermitteln.

Literatur

- Böhmert, W. (2009). *Projektbeschreibung Rudermesssystem des Instituts FES*. Projektbeschreibung für das BISP. Berlin: FES
- Mattes, K. (2001). *Komplexe Diagnostik von Ruderleistung und Rudertechnik im Rennboot mit dem Mobilten Messsystem 2000 – Leitfaden zur Anwendung sowie umfassenden Auswertung und Interpretation*. Humboldt-Universität zu Berlin.
- Mattes, K. (2010). Aktuelle Befunde zur Rudertechnik und Ansätze zur Leistungssteigerung. In U. Hartmann, V. Grabow & R. Kilzer (Hrsg.), *Rudern und Rudertraining*. Berichtsband zum Rudersymposium 2006, Berlin, S. 195-210.
- Mattes, K. & Böhmert, W. (2002). Feineinstellung der sportlichen Technik durch Messplatztraining. In *Messplatztraining. 5. Gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft* 19.-21.9. 2002, Leipzig.
- Mattes, K. & Schaffert, N. (2011). Biomechanisch gestützte Empfehlungen zur Formierung von Bootsbesatzungen und Feedbacktraining im Rennboot (U 23 und Juniorennationalmannschaften 2010). In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISP-Jahrbuch, Forschungsförderung 2010/11* (S. 125-130). Köln: Sportverlag Strauß.
- Reichmann, M., Böhmert, W. & Mattes, K. (2012). Erste Ergebnisse zur Messung der Stampfbewegung im Rennskiff . In H. Wagner (Hrsg.), *NeuroMotion. Aufmerksamkeit, Automatisierung, Adaptation (S.48)*. 9. gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft, 21.-23. März 2012 in Münster. Book of Abstracts. Münster: WWU Münster.