
Untersuchungen zur Koordination der Interaktion im Ruderzweier ohne Steuermann

Stephan Fahrig¹ & Kerstin Witte² (Projektleiterin)

¹ Universität Hamburg, Institut für Sportwissenschaft

² Universität Magdeburg, Institut für Sportwissenschaft

1 Problem

Das bereits 1995 vom Bundesinstitut geförderte Forschungsvorhaben „Zur zeitlichen und dynamischen Bewegungs-Synchronisation in ungesteuerten Riemen-Booten“ von Lippens auf Basis einer einzigen Rudermannschaft ging der Frage nach, ob der Schlag- oder Bugmann im Zweier ohne Steuermann (o. Stm.) durch geschickte Variabilität seiner Ruderarbeit mehr zum optimalen Lauf des Bootes beiträgt. Lippens (1995) wies die Verschiedenartigkeit des Variabilitätsverhaltens aufgrund von Variabilitätskoeffizienten und Formdifferenzkurven der einzelnen Kraft-Zeit-Kennlinien bei der untersuchten Mannschaft nach, konnte aber eine „bei der derzeit zur Verfügung stehenden Datenbasis denkbare Kooperation der Subsysteme nicht endgültig klären“ (Lippens, 1995).

Die Basis eines mittlerweile größeren Datenkollektivs eröffnet die Möglichkeit, über die deterministisch geprägte Routine-Leistungsdiagnostik hinaus mittels Hinzunahme nichtlinearer Theorieansätze neue Erkenntnisse über die individuellen Strategien motorischen Handelns in einem von Störquellen geprägten Umfeld zu erlangen. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, unter Verwendung der nichtlinearen Zeitreihenanalyse weitere Erkenntnisse über die bootsplatz- und personenspezifischen Strategien im Zweier o. Stm. zu erhalten. Dabei soll insbesondere untersucht werden, ob sich Veränderungen der fraktalen Dimensionen bezogen auf das zeitliche Verhalten der Dollenkräfte beider Athleten auch in Änderungen des Gierwinkel-Zeit-Verlaufs niederschlagen.

2 Methode

Der Untersuchung liegen elf Zweier-Messfahrten mit dem vom FES in Berlin entwickelten Mobilien Messsystem 2000 zugrunde. Das System lieferte die Zeitverläufe folgender Parameter: Zugkraft, Stemmbrettkraft, Bootsbeschleunigung und Ruderwinkel.

Die Aufnahme der Daten erfolgte an drei Untersuchungsterminen (11/2003: zwei Mannschaften, 11/2004: vier Mannschaften, 04/2005: fünf Mannschaften). In den Schlagfrequenzen 20 / 24 / 28 / 32 Schläge/min. wurden jeweils ca. 20 Schläge gerudert. Zur besseren Abgrenzung der Belastungen wurde nach jeder Frequenzstufe für ca. 3-5 s die Ruder-

arbeit eingestellt und dann über drei Steigerungsschläge in der nächsten Zielfrequenz gerudert.

Tabelle 1 enthält die ermittelten Größen der Messfahrten zu den einzelnen Untersuchungsterminen. Nachfolgend soll besonderes Augenmerk auf die für 04/2005 zusätzlich ermittelten Gierwinkel, die mit Hilfe eines hochpräzisen GPS-Messsystems bestimmt wurden (Wagner et al., 2003; Reinking & Härting, 2002), und deren Beziehungen zu den anderen Größen gelegt werden.

Tab. 1: Übersicht der berechneten Größen je Untersuchungstermin

Untersuchungstermin	Berechnete Größen
11/2003 und 11/2004	Alle Größen auf die Dollenkräfte bezogen
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fraktale Dimension ▪ Z-Werte (gemittelt): Lage des Zentroids (Kurvenschwerpunkt) der Kraftkurve, bei der 50 % der Maximalkraft erreicht wurde, bezogen auf den Durchzugswinkel (Hill, 1995) ▪ G-Werte (gemittelt): Gleichmäßigkeit des Kraftverlaufs (Hill, 1995) ▪ Einsatz: Zeitliche Differenz der Blätter beider Ruderer beim Einsatz ▪ Ausheben: Zeitliche Differenz der Blätter beim Ausheben
04/2005	Zusätzlich zu den Größen aus 11/2003 und 11/2004: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gierwinkel-Zeit-Verlauf ▪ Korrelationen einzelner Größen zum Gierwinkel

3 Ergebnisse

Die umfangreiche Analyse der erhobenen Daten zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Mannschaften bei sämtlichen Messfahrten.

Es wird davon ausgegangen, dass der Geradeauslauf des Bootes ein wesentliches Gütekriterium im Zweier o. Stm. darstellt. Dieser wird über den Gierwinkel quantifiziert (Fahrig et al., 2006). So konnten interindividuell relativ hohe Korrelationen zwischen Gierwinkel und Bootsgeschwindigkeit gefunden werden (Korrelationskoeffizienten im Bereich von 0,6 bis 0,8). Dabei wurde festgestellt, dass die klassisch verwendeten Kriterien wie gleichzeitiges Einsetzen/Ausheben der Blätter und auch die Lage des Kurvenschwerpunktes (Z) nicht zwingend mit dem Gierwinkel korrelierten (vgl. Abb. 1). Nachfolgend soll die Darstellung der Ergebnisse exemplarisch am Boot D2 (04/2005) erfolgen.

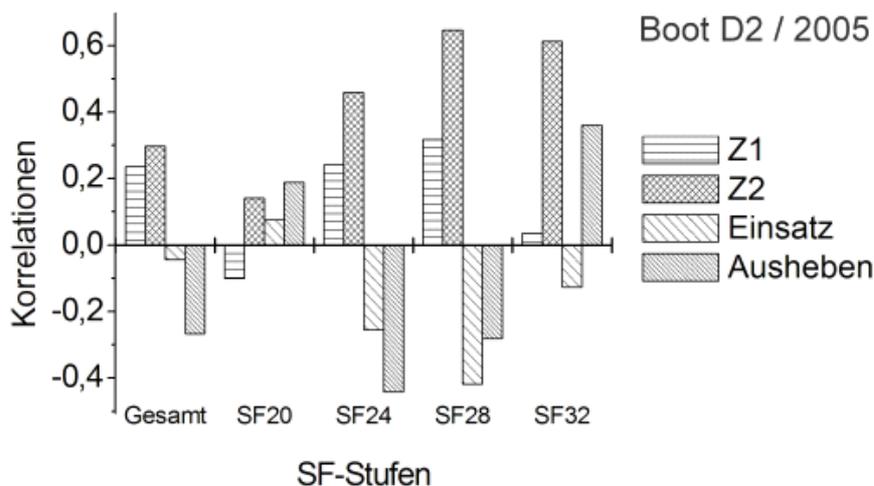


Abb. 1: Korrelationen zwischen klassischen Kriterien (Zeitdiff. Einsatz / Ausheben / Lage des Kurvenschwerpunktes) zur Sicherstellung des Geradeauslaufs im Zweier o. Stm. und dem Gierwinkel für die Gesamtfahrt und die einzelnen Schlagfrequenzstufen (Beispiel: Boot D2, 04/2005)

Um die Veränderungen der Bewegung eines einzelnen Ruderers von Schlag zu Schlag ermitteln zu können, wurden die Differenzen verschiedener Kriterien zwischen aufeinander folgenden Schlägen berechnet und synchron zum Gierwinkel-Verlauf aufgetragen. Hierbei wird ersichtlich, dass im Mittel die zeitlichen Differenzen der Parameter Einsatz/Ausheben (Abb. 2a) sowie die Lageänderung des Kurvenschwerpunktes auch bei einem einzelnen Ruderer (Abb. 2b, Ruderer 2) die Gierbewegungen des Bootes beeinflussen. Ein direkter Zusammenhang zwischen diesen Parametern bzgl. jedes Schlages konnte jedoch statistisch nicht abgesichert werden.

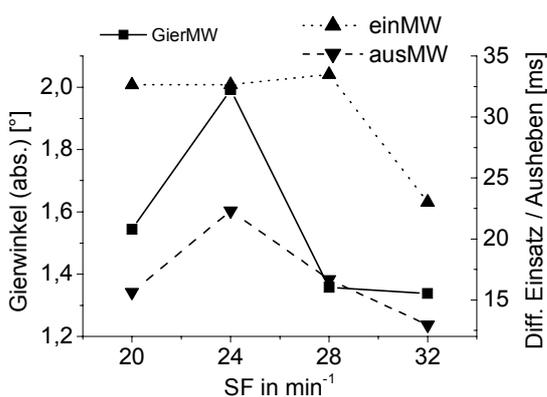


Abb. 2a: Darstellung der Mittelwerte des abs. Gierwinkels und der Zeitdifferenzen bei Einsatz und Ausheben, Boot D2

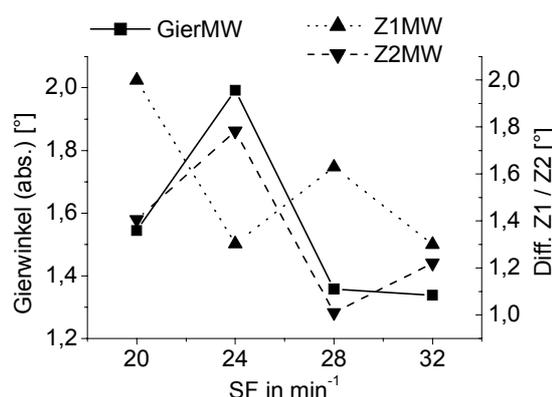


Abb. 2b: Darstellung der Mittelwerte des abs. Gierwinkels und der Kurvenschwerpunkte beider Ruderer, Boot D2

Die Auswertung der Dollenkraft-Zeitreihen unter nichtlinearem Aspekt (Berechnung der fraktalen Dimension, Abb. 3b) zeigt, dass instabile Phasen in der Bewegungskoordination anhand weiterer äußerlich messbarer Parameter erfassbar sind (Abb. 3a) und schlagzahlbedingt auftreten. Die eher schlechte Interaktion von Ruderer 1 und 2 wird bei Schlagfrequenz 24 min^{-1} sowohl anhand der Zuggleichmäßigkeit (G-Wert), der erhöhten fraktalen Dimensionen, als auch der Gierwinkel des Bootes besonders deutlich.

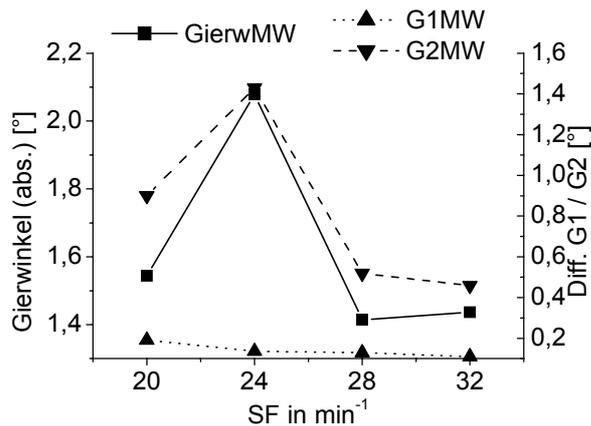


Abb. 3 a: Differenzen der G-Werte von Schlag zu Schlag / Gierwinkel abs. [°], (D2)

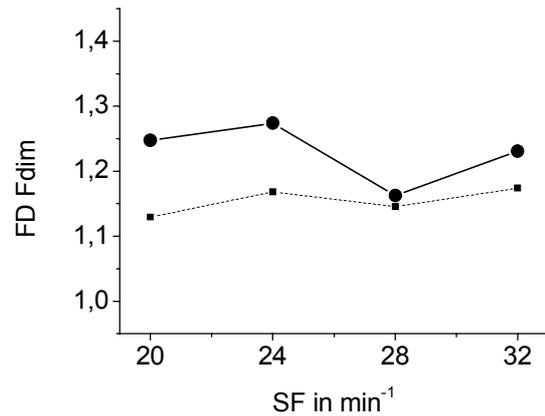


Abb. 3 b: Fraktale Dimensionen der Dollenkräfte je Schlagfrequenzbereich (Boot D2);
- - - Ruderer 1, — Ruderer 2

4 Diskussion

Die Ergebnisse aller Messfahrten im vorliegenden Forschungsprojekt verdeutlichen, dass die bislang monokausal definierte Definition einer „Zweiercharakteristik“ fragwürdig erscheint. Die erhobenen Korrelationen zwischen eingebrachten Kräften und dem Gieren der Boote zeigen, dass mannschaftsspezifisch unterschiedliche Parameter die Interaktion der Athleten bestimmen.

Sowohl die landläufige Lehrmeinung, wonach der Schlagmann als Führungsperson agiert, als auch die Feststellung, ausschließlich der Schlagmann würde durch geschickte Variabilität seiner Ruderarbeit für den optimalen Lauf des Bootes sorgen (Lippens, 1995), stellen nur mögliche Varianten dar. Mannschaftstypische Kriterien einer Qualitätsbeurteilung der Interaktion im Zweier o. Stm. scheinen sich von Boot zu Boot zu unterscheiden.

Mit Hilfe der nichtlinearen Zeitreihenanalysen konnten Phasen instabiler Interaktion gezeigt werden, die sich mit einem Wechsel der Schlagfrequenz wieder verringerten.

5 Literaturverzeichnis

- Fahrig, S.; Reinking, J.; Witte, K. & Lippens, V. (2006). GPS-gestützte Analyse der Gierbewegung im Ruderzweier o. Stm. zur Untersuchung von Interaktionsfehlern. In: Witte, K.; Edelmann-Nusser, J.; Sabo, A. & Moritz, E.F. (Hrsg.), *Sporttechnologie zwischen Theorie und Praxis IV*. Aachen: Shaker.
- Lippens, V. (1995). *Zur zeitlichen und dynamischen Bewegungs-Synchronisation in (ungesteuerten) Riemen-Booten unter Trainings- und Wettkampfbedingungen im Rudersport. Zwischenbericht zu VF 0407/06/14/95: Eine Re-Analyse ausgewählter biomechanischer Parameter aus leistungsdiagnostischen Untersuchungen des Deutschen Ruderverbandes im Zweier-ohne-Steuermann*. BISP, Unveröffentlicht.
- Reinking, J. & Härting, A. (2002). GPS-gestützte Seegangskorrektur hydrographischer Messungen aus Einzelempfänger-Daten. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 127, Heft 3.
- Wagner, M., Reinking, J. & Mattes, K. (2003). Nutzung von Low-Cost-GPS zur Bestimmung von Bootsbewegungen im Rudersport. *Tagungsband 6. Konstanzer Ruder-Symposium*, Konstanz.
- Hill, H. (1995). *Inter- und intraindividuelle Veränderungen von Koordinationsmustern im Rudern*. Regensburg: Roderer.

