
Projekt: „Ruderleistungsdiagnostik 2009“

Klaus Mattes

Universität Hamburg, Abteilung Bewegungs- und Trainingswissenschaft

Problem

Die Ruderleistung, abgebildet in der 2000-m-Fahrtzeit, ist das Ergebnis des komplexen Zusammenspiels verschiedener Leistungsfaktoren, Kondition, Rudertechnik, Renntaktik und psychische Eigenschaften. Mithilfe eines mobilen Messsystems (FES/ Universität Hamburg) werden die mechanische Gesamtleistung sowie ihre Teilkomponenten ermittelt, die für die Bewältigung der 2000-m-Distanz von der Mannschaft erbracht werden. Gleichzeitig wird die individuelle Rudertechnik mit ihren verschiedenen Ausprägungen in den einzelnen Rennphasen (Start, Strecke, Endspurt) erfasst. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen in der biomechanischen Leistungsdiagnostik im Rennboot wird davon ausgegangen, dass vergleichbare Fahrtzeiten durch unterschiedliche Ausprägungen folgender Merkmale bzw. Merkmalskomplexe der Ruderleistung und Rudertechnik resultieren:

- die mechanische Gesamtleistung über 2000 m ausgedrückt in der Summe der Innenhebelleistung über die Fahrtzeit des Siegers,
- der Qualität der Kraftabgabe und Körperbewegung im Durchzug ausgedrückt in den Kraftkennlinien,
- der Qualität der Freilaufbewegung mit einer zweckmäßigen Steuerung der Bootsgeschwindigkeit ausgedrückt in Kraft- und Beschleunigungskennlinien des Bootes,
- die Stabilität und Variabilität der Rudertechnik bei verschiedenen Schlagfrequenzen und unter verschiedenen Aufgabenstellungen des Rennens,
- einem biomechanisch- und physiologisch-energetisch zweckmäßigen Rennprofil, wobei im direkten Kampf um den Sieg bzw. die Platzierung dem finalen Bootsgeschwindigkeitsanstieg im Endspurt eine besondere Rolle zukommt.

Methode

Die Untersuchungen umfassten A-Kader bzw. in einigen Fällen (beispielsweise zur Vervollständigung der Bootsbesatzung) auch B- und C-Kader der Skull- und Rie-menbootklassen. Die Athletinnen bzw. Athleten wurden zwischen ein- bis dreimal leistungsdiagnostisch untersucht. Insgesamt wurden 139 Messfahrten zur komplexen Leistungsdiagnostik (KLD) sowie 62 Feedbackfahrten mit parametergestütztem Techniktraining durchgeführt.

Zur komplexen Diagnostik von Ruderleistung und Rudertechnik wurde das „Mobile Mess- und Trainingssystem 2000“ (MMS 2000) des Instituts FES (Mattes, 2001) und zum Feedbacktraining das Processor Coach System-3/Sportler (PCS-3/S) mit direkter Anzeige der Messgrößen beim Rudern im Rennboot verwendet (Mattes & Böhmert, 2002). Das Messsystem liefert als Messgrößen für die einzelne Ruderin bzw. den einzelnen Ruderer:

- das Riemenbiegemoment (Biegefeder mit DMS am Innenhebel),
- den Ruderwinkel (Drahtpotentiometer auf den Dollenstift mit Gummifaden zum Innenhebel),
- die Stemmbrettkraft (DMS am Stemmbrett),
- den Rollsitzzweg (inkrementaler Wegsensor),

und für das Boot:

- die Bootsbeschleunigung (2 g DMS-Beschleunigungsaufnehmer) mit einer wählbaren Abtastrate von 50 bzw. 100 Hz.

In Absprache mit dem Cheftrainer und dem verantwortlichen Bootstrainerteam kamen je nach Zielstellung der Diagnostik unterschiedliche Testmethoden zur Anwendung:

- kombinierter Schlagfrequenzstufen-, Wettkampftest,
- Wettkampftest über verschiedene Distanzen bis 2000m,
- Feedbacktraining mit dem Prozessor Coach System.

Zum Feedbacktraining wurde das PCS-3/S eingesetzt, das die biomechanischen Messgrößen zeitsynchron mit der Bewegungsausführung der Ruderin bzw. dem Ruderer im Rennboot und der Trainerin bzw. dem Trainer im Begleitboot auf je einem Grafikdisplay zur Anzeige bringt. Zusätzlich zur Schlagfrequenz und mittleren Bootsgeschwindigkeit werden grundsätzlich immer Informationen über den Bewegungsablauf (Kennlinie) und über das Bewegungsergebnis (Kennwert) kombiniert. Neben den Veränderungen im Bewegungsablauf werden so auch die Wirkungen auf die Ziel- und Teilzielgrößen des Rudervorganges dargestellt und einer sofortigen Bewertung zugänglich. Dadurch erhalten Sportlerinnen und Sportler sowie Trainerinnen und Trainer objektive Rückinformationen über den Bewegungsablauf und dessen Wirkung auf den Bootsdurchlauf, die den Prozess der Ansteuerung rudertechnischer Merkmale und der Beseitigung von rudertechnischen Fehlern unterstützen.

Während der Regatta von Köln 2009 wurden sechs Riemenzweier (2-) mit Messsystemen ausgerüstet. Diese Boote sind an zwei Regattatagen gegeneinander gefahren. Dadurch konnten die Messdaten in Bezug zum jeweiligen Rennergebnis gesetzt werden.

Ergebnisse

Bei der Leistungsdiagnostik erfolgte eine Spätinformation nach dem Test. Je nach Bootsklasse (1x- bis 8+) lagen die Testergebnisse ein bis zwei Stunden nach Testdurchführung durchweg als metrische Daten auf proportionalem Skalenniveau vor. Durch die Kombination grafischer Darstellungen mit ausgewählten rudertechnischen Kennwerten in Tabellenform konnten sowohl der qualitative Verlauf rudertechnischer Kennlinien als auch die quantitative Ausprägung von Merkmalen der Ruderleistung und Rudertechnik eingeschätzt und beurteilt werden. Um das Verständnis der Athletinnen und Athleten für die Messwerte und die Transformation in Trainingsempfehlungen zu unterstützen, wurden die Testergebnisse mit dem Video über eine spezielle Auswerte- und Darstellungssoftware präsentiert. Die Erläuterung der Testergebnisse erfolgte in gemeinsamen Gesprächen mit den verantwort-

lichen Trainer- und Sportlergruppen. Im Mittelpunkt standen die Zusammenhänge zwischen dynamischer und kinematischer Struktur der Ruderbewegung sowie die äußerlich sichtbare Rudertechnik und deren Wirkung auf Bootsgeschwindigkeit und Bootsdurchlauf. Darauf aufbauend wurden Schwerpunkte für das Technik- und Konditionstraining sowohl für die einzelne Ruderin bzw. den einzelnen Ruderer als auch für die Bootsbesatzung abgeleitet.

Beim biomechanisch gestützten Feedbacktraining erhielten Trainerinnen und Trainer sowie Ruderinnen und Ruderer die speziell aufbereiteten Messinformationen zeitsynchron mit der Bewegungsausführung auf Grafikdisplays (PCS-3) angezeigt. Dem Feedbacktraining ging eine komplexe Leistungsdiagnostik zur Bestimmung der rudertechnischen Fehler und individuellen Besonderheiten voraus. Vor dem Feedbacktraining wurden die anzustuernden Technikmerkmale festgelegt und konkrete Hinweise zur Veränderung der Bewegungsausführung und zur Feedbackanzeige gegeben. Während des Feedbacktrainings wurden die objektiven Synchroninformationen über Bewegungsausführung und -ergebnis in Form von Kennlinien und Kennwerten rückgemeldet. Diese Rückmeldungen sollten die Athletinnen und Athleten in Beziehung zu den eigenen intrinsischen Rückinformationen setzen und so die veränderte Bewegungsausführung wahrnehmen und verinnerlichen. Durch subjektive Fremdinformationen durch den Biomechaniker und/oder Trainerin bzw. Trainer wurde dieser Prozess von außen gelenkt. Unmittelbar im Anschluss an das Wassertraining wurden die Ansteuerungseffekte gemeinsam analysiert und die nächsten Schritte im Technik- und Konditionstraining bestimmt.

Die Befunde der vergleichenden Untersuchung von Ruderleistung und Rudertechnik während der Kölner Ruderregatta in den Riemenzweiern (2-) zeigten, dass bei Kenntnis der Fahrtzeiten die vier Kriterien (1) mechanische Gesamtleistung, (2) Charakteristik der Kraftkennlinien, (3) Charakteristik des Beschleunigungsverlaufs getrennt für Durchzug und Freilauf sowie (4) Rennprofil über 2000 m die Leistungsunterschiede zwischen den Booten erklären bzw. auf mögliche Kompensationen aufmerksam machen.

Diskussion (und Schlussfolgerungen)

Das MMS 2000 hat sich seit seiner Einführung zu einem unverzichtbaren Bestandteil in der Vorbereitung der Rudernationalmannschaften für die internationalen Wettkampfhöhepunkte (Weltmeisterschaften, Olympische Spiele) entwickelt. Zu den gegenwärtigen Stärken des Systems zählen:

- die Erfassung von Ruderleistung und Rudertechnik unmittelbar im Rennboot der Athletinnen bzw. Athleten, in allen Bootsklassen und unter allen typischen Wettkampf- und Trainingsbedingungen, wie z. B. das Messen von Achterbesatzungen bei internationalen Rennen.
- das Feedbacktraining mit Sofortinformation für Ruderinnen bzw. Ruderer und die Trainergruppe.
- die hohe trainingspraktische Relevanz der generierten Mess- und Testdaten, die Aussagen reichen von Hinweisen zur Steuerung der individuellen Ruderleistung und -technik bis zu Empfehlungen für die Formierung von Bootsbesatzungen.

Mit dem Feedbacksystem konnten wertvolle Erfahrungen über die Ansteuerbarkeit verschiedener rudertechnischer Merkmale bei Ruderinnen und Ruderern im Spitzensport gesammelt werden, die z. T. eine neue Sicht auf die so genannte „Handschrift“ der Ruderer vermitteln. Mit dem Einsatz des Feedbacksystems, z. B. während der UWV, kann kurzfristig eine Feineinstellung der Ruderleistung und Rudertechnik innerhalb Mannschaft erreicht werden. Dabei geht es nicht um ein Umlernen der Rudertechnik oder ein Ausmerzen rudertechnischer Fehler, sondern um ein gezieltes Verstärken von zweckmäßigen Bewegungsverhalten für das jeweilige Boot. Ergebnisse aus dem Feedbacktraining im Mannschaftsboot (UWV seit 1997) belegen z. B., dass im Achter gleichzeitig vier Ruderinnen bzw. Ruderer – unterstützt durch die grafische Anzeige über vier Displays im Boot – erfolgreich an der Rudertechnik arbeiten können, ohne sich gegenseitig zu stören. Zur gleichen Zeit sind die übrigen Mannschaftsmitglieder für das „Stellen“ des Bootes verantwortlich.

Die bereits im vergangenen Trainingsjahr begonnene Ablösung des technisch veralteten PCS 3 Feedbacksystems durch ein neues Anzeigesystem wurde fortgesetzt. Dieses System arbeitet mit höherer Bildschirmauflösung und Rechenleistung. Damit wird die Ansteuerung von folgenden zusätzlichen Technikmerkmalen durch die Sofortinformation unterstützt:

- senkrechtes Wasserfassen ohne Verluste an Arbeitsweg nach der Ruderwinkelumkehr,
- volles Ausziehen des Schlages im Endzug ohne Verluste an Arbeitsweg beim Ausheben und Abdrehen der Blätter,
- schnelle und flüssige Gestaltung der vorderen und hinteren Bewegungsumkehrbewegungen,
- Abstimmung der Umkehrbewegungen hinsichtlich Innenhebel und Rollsitze,
- Beginn, Länge und Form des Beinstoßes im Durchzug,
- Beginn, Länge und Form der Rollsitzebewegung im Freilauf.

Die Ergebnisse der vergleichenden Analyse von Rudertechnik und Ruderleistung der Riemenzweier bei der Kölner Regatta stützen das methodische Vorgehen, das bisher bei der Selektion und Formierungen von Großbooten angewendet wird. Gleichzeitig wurde aber gezeigt, dass die Beurteilung über die mechanische Gesamtleistung an Grenzen stößt, wenn beträchtliche Unterschiede in der Schlagfrequenz von ca. 2 Schlägen pro Minute und mehr vorliegen. In Grenzen können geringe Gesamtleistungen

- im Durchzug durch zweckmäßige Kraftprofilierung mit resultierender Bootsbeschleunigung und
- im Freilauf durch widerstandsarme Steuerung der Bootsgeschwindigkeit sowie
- durch ein zweckmäßiges Rennprofil kompensiert werden.

Die aktuell eingesetzte Stemmbrettkraftmessung entspricht nicht mehr den Anforderungen an eine zeitgemäße Rudertechnikdiagnostik. Einschränkungen ergeben sich, weil die Stemmbrettkräfte nicht für das linke und rechte Bein getrennt erfasst werden und die Messgenauigkeit des alten Stemmbretts nicht mehr ausreichend ist.

Aus Beobachtungen der Beinstreckung beim Riemenrudern ist aber ein markantes Wechselspiel zwischen Innen- und Außenbein bekannt. Untersuchungsergebnisse mit EMG und Drucksohlen stimmen mit diesen Beobachtungen überein (Janshen, Mattes & Tidow, 2003, 2009). Für die Abschätzung der Kraftwirkung auf das Ruderboot, die sich wesentlich aus der Relation Dollen-/ Stembrettkräfte ergibt, wird eine genauere Messung der Stembrettkraft notwendig.

Literatur

- Janshen, L., Mattes, K. & Tidow, G. (2003). Asymmetrical muscle work of both legs under symmetrical working conditions. In A. Mitsou (Ed.), *Book of Abstracts of the VIIth IOC Olympic World Congress on Sport Science*. Athens, Greece.
- Janshen, L., Mattes, K. & Tidow, G. (2009). Muscular coordination of the lower extremities of oarsmen during ergometer rowing. *Journal of applied biomechanics*, 25 (2), 156-164.
- Mattes, K. (2004). *Best Practice Rennrudern*. Symposium Wissenstransfer im deutschen Spitzensport, Augsburg 29.-30. September 2004.
- Böhmert, W. & Mattes, K. (2003). Biomechanische Objektivierung der Ruderbewegung im Rennboot. In W. Fritsch (Hrsg.), *Rudern - erfahren, erkunden, erforschen* (S. 163-172). Gießen: Wirth-Verlag (Sport Media).
- Mattes, K. & Böhmert, W. (2002). Feineinstellung der sportlichen Technik durch Messplatztraining. In *Messplatztraining. 5. Gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft* vom 19.-21.9. 2002 in Leipzig.
- 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. & Böhmert, W. (1995). Biomechanisch gestütztes Feedbacktraining im Rennboot mit dem „Processor Coach System-3“ (PCS-3). In J. Krug & H.-J. Minow (Hrsg.), *Sportliche Leistung und Techniktraining* (Schriften der deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, 70, S. 283-286). Sankt Augustin: Academia.