
Biomechanische Leistungsdiagnostik im Elitebahnradsport

Roland Wolff & Janine Strunz

Universität Berlin, Institut für Sportwissenschaft,
Abteilung Sportmedizin

Problem

Die 4000-m-Mannschaftsverfolgung (MV) und die 4000-m-Einzelverfolgung (EV) waren viele Jahre die tragenden olympischen Disziplinen im Ausdauerbereich des Bahnradsports. Leistungsbestimmende Faktoren dieser beiden Disziplinen sind physiologische Kenngrößen, aber auch in besonderem Maße Technik und Taktik.

Eigene biomechanische Messungen haben gezeigt, dass vor allem bei jungen Athletinnen und Athleten Defizite in der Technik bestehen (BISp-Abschlussberichte zu diesem Projekt aus den Jahren 2006, 2007 und 2008). Zudem machte die Wettkampfpraxis deutlich, dass die Athletinnen und Athleten ihre Leistung über die 4000 m nicht optimal dosieren konnten.

Die Eingliederung junger Sportlerinnen und Sportler in die Weltspitze gelang bei der deutschen Mannschaft (MV- und EV) bisher nicht zufriedenstellend. Bei den Olympischen Spielen 2012 sollen für Deutschland in der MV vor allem junge Kaderathletinnen und -athleten starten. Eigene Untersuchungen (BISp-Abschlussbericht zu diesem Projekt 2007 und 2008) verdeutlichten, dass eine mögliche Ursache für die schlechten Wettkampfergebnisse die Defizite im Kraftausdauerbereich waren. Eine homogene und über die Strecke weitestgehend gleich bleibende Leistung der gesamten Mannschaft charakterisiert die Läufe mit hervorragenden Zeiten (Schumacher & Müller, 2001). Diese erforderlich hohe gleichbleibende Leistung konnte, auch auf Grund der unzureichenden Kraftausdauer, im letzten Drittel der MV und EV in den vergangenen vier Jahren nicht realisiert werden.

Im Hinblick auf die Olympischen Spiele 2012 müssen deutliche Leistungsverbesserungen erzielt werden. Bei der MV und EV sind auf der Bahn optimale Weg-Zeit-Verläufe und homogene Leistungen im Vierer auf der Wettkampfstrecke anzustreben, da sie für den Erfolg mit entscheidend sind (Hettinga et al., 2006). Durch eine Trainings- und Wettkampfanalyse über einen langen Zeitraum können Defizite einzelner Fahrer erkannt und durch entsprechendes Training behoben werden.

Methode

Im Rahmen der wissenschaftlichen Betreuung wurden biomechanische Untersuchungen auf der Radrennbahn bei achtzehn Kaderathletinnen bzw. -athleten im Training und im Wettkampf durchgeführt, ausgewertet und in einer Datenbank gespeichert. Die Diagnostik der Radleistung erfolgte auf der Bahn bei sechs Bahnlehrgängen, bei zwei Sichtungsrennen und bei acht Wettkämpfen.

Biomechanische Untersuchungen auf der Radrennbahn: Die Diagnostik der Radleistung und der Technik wurde mit dem Wettkampfrad der jeweiligen Athleten

auf der Radrennbahn durchgeführt. Im Training und im Wettkampf erfolgten die Messungen mit der mobilen Messkurbel-Wettkampf (MKW) des Institutes für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES). Für die Messungen wurden an den Verfolgerrädern der FES (spezielle Zeitfahräder für die Disziplinen Einer- und Vierermannschaftsverfolgung im Bahnradsport) eine Messkurbel mit Pedal und Geschwindigkeitssensor montiert. Das gesamte System (MKW) bestand aus einer Messkurbel mit Elektronik (links) und der Analysesoftware. Die Messkurbel war äußerlich wie ein gängiges Pedalsystem aufgebaut, so dass die Athletin bzw. der Athlet beim Fahren mit dem System keine ungewohnte Situation und keine Nachteile hatte. Im Bahntraining sowie im Wettkampf wurden Daten bei unterschiedlichen Belastungsbereichen gewonnen. Mit Hilfe einer Analysesoftware der FES („RadSoft“) konnten die Daten aufbereitet und in eine Datenbank abgelegt werden. Sie dienten der schnellen Analyse direkt nach dem Lauf und der späteren Trainings- sowie Wettkampfanalyse.

Datenbank: Die Datenbank stellte eine Schnittstelle zwischen dem Verband (Bund Deutscher Radfahrer / BDR) und dem FES sowie der Trainingswissenschaft dar, die permanent und weltweit erreichbar war. Die Datenanalyse erfolgte in der „RadSoft“ für jeden einzelnen Lauf. In der Datenbank konnten verschiedene Läufe sportlerbezogen – aber auch für eine komplette Vierermannschaft – tabellarisch dargestellt werden. Mit Hilfe der Datenbank wurden die Trainings- und Wettkampftwicklung jeder einzelnen Sportlerin bzw. jedes einzelnen Sportlers dokumentiert und langfristig analysiert. Auch für die verschiedenen Viererformationen wurden langfristige Aussagen möglich, was insbesondere für die optimale Zusammenstellung des Vierers von Bedeutung war.

Ergebnisse

Biomechanische Untersuchungen auf der Radrennbahn: Das Hauptproblem in den Jahren 2007 und 2008 waren das ungenügende physiologische Leistungsvermögen sowie Defizite in der technischen Gestaltung des Laufes. Das physiologische Leistungsvermögen sowie die Technik der jungen Kaderathletinnen und -athleten konnten 2009 verbessert werden (Abb. 1). Ein homogenes hohes Leistungsniveau aller Athletinnen und Athleten in der Vierermannschaft ist ein leistungsrelevanter Parameter für einen erfolgreichen Vierer. Bei der Weltmeisterschaft im März 2009 waren diesbezüglich erste Erfolge zu verzeichnen. In der Einzelverfolgung konnten sich 2009 bei der Weltmeisterschaft und den Weltcups zwei junge Kaderathleten unter den ersten Zehn behaupten. In Abb. 1 wird deutlich, dass zwar die mechanische Leistung und die Geschwindigkeit von dem jungen Athleten (blauer Graph) noch etwas geringer waren als die des erfahrenen Athleten – dennoch zeigte sich bis zum Ende des Laufes kein Defizit in der Kraftausdauer.

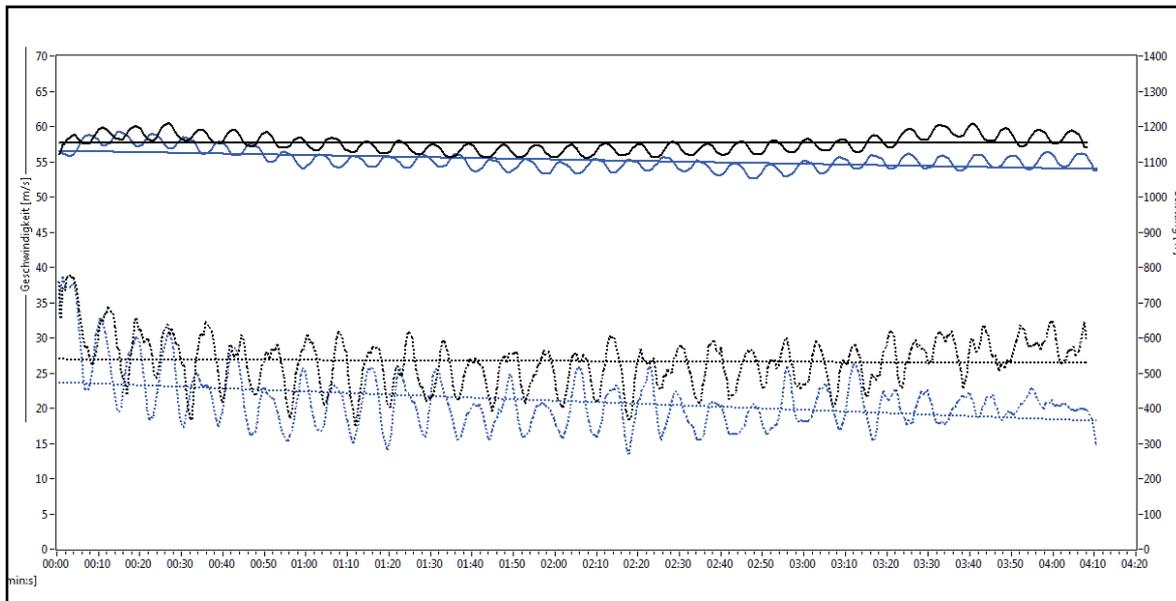


Abb. 1. Verlauf der Geschwindigkeit und der mechanischen Leistung bei der 4000-m Einzelverfolgung (ohne Startphase) – jeweils mit Regressionsgeraden. Erfahrener Athlet Ende 2009 (Graphen schwarz) und junger Athlet Ende 2009 (Graphen blau)

Verfolgt man die Entwicklung des Vierers im Laufe des Projektjahres 2009, so zeigte sich eine Verbesserung und Homogenisierung des Leistungsvermögens der Viererfahrer (Abb. 2 sowie Tab. 1) zum Jahressende.

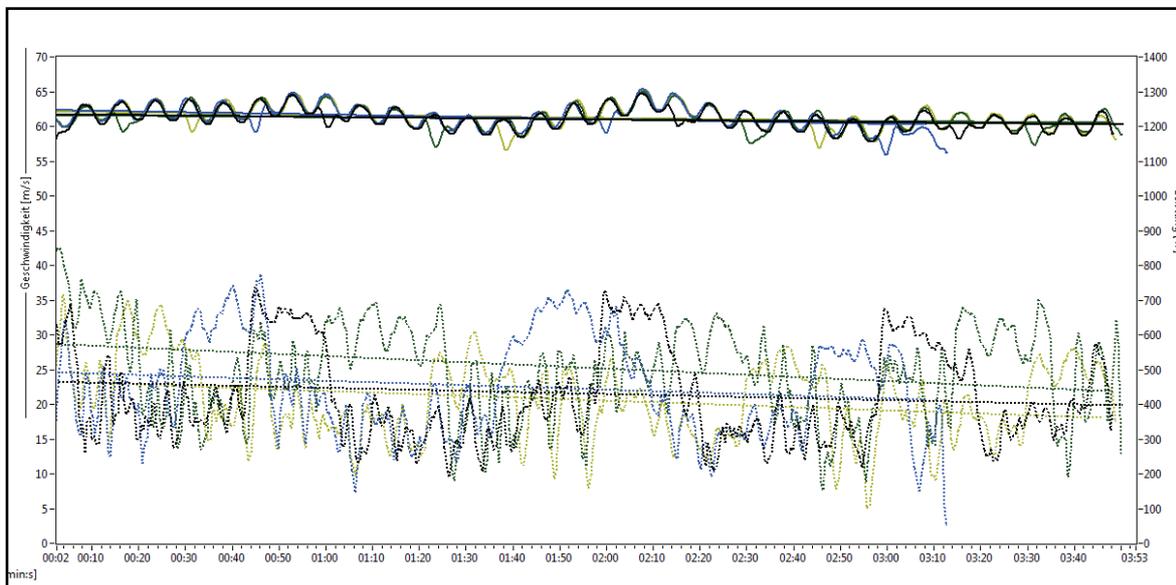


Abb. 2. Verlauf der Geschwindigkeit und der mechanischen Leistung für den Wettkampflauf des deutschen Vierers beim Weltcup in Manchester Ende 2009 (ohne Startphase) – jeweils mit Regressionsgeraden

Tab. 1. *Mechanische Leistung, relative mechanische Leistung und Geschwindigkeit der Vierermannschaft (gemittelt über alle vier Athleten), Vergleich der Weltcups in Beijing Anfang 2009 und Manchester Ende 2009.*

Weltcup	$\bar{\Delta} p$ [Watt]	$\bar{\Delta} p_{rel.}$ [Watt/kg]	$\bar{\Delta} v$ [km/h]
Beijing (01/2009)	425,3	5,5	59,3
Manchester (10/2009)	470,9	6,0	60,6

Bis zum Ende des Jahres konnten das physiologische Leistungsvermögen und die Technik insbesondere bei den jungen Kaderathletinnen und -athleten verbessert werden. Auch in hohen Belastungsbereichen kam es am Ende der Läufe kaum noch zu Geschwindigkeitseinbrüchen. Das Kraftausdauervermögen und die technische Gestaltung des Laufes konnten verbessert werden. Diese Homogenisierung der Leistung von jungen und erfahrenen Athletinnen und Athleten war auch eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Vierermannschaft.

Diskussion

Die Diagnostik der Radleistung erfolgte auf der Bahn bei Bahnlehrgängen, Sichtungsrennen und Wettkämpfen mit achtzehn Kaderathletinnen und -athleten. Hierfür wurde die FES-Messkurbel-Wettkampf (MKW) eingesetzt. Die Neukonzipierung und Weiterentwicklung der Datenbank war eine der wichtigsten Aufgaben im Projektjahr 2009.

Mit Hilfe der Datenbank konnte die Trainings- und Wettkampftwicklung des Jahres 2009 dokumentiert und über das Jahr hin analysiert werden. Die für die Leistung relevanten Parameter, wie z. B. das exakte Hinterradfahren, das Verhältnis zwischen Kurven- und Geradefahren sowie die optimalen Reihenfolge der Fahrerinnen und Fahrer, konnten im Jahr 2009 für die einzelnen Kaderathletinnen und -athleten analysiert werden. Der Athletin bzw. dem Athleten wurden konstruktive Hinweise für die Verbesserung der zeitlich-taktischen Gestaltung des Laufs gegeben. Hierbei zeigte sich der Vorteil der Anschaulichkeit und langfristigen Übersichtlichkeit beim Arbeiten mit der Datenbank.

Die verschiedenen Viererformationen konnten mit Hilfe der biomechanischen Messungen besser beurteilt werden, was für die optimale Zusammenstellung des Vierers von Bedeutung war. Auch die Darstellung der Entwicklung jeder einzelnen Sportlerin bzw. jedes einzelnen Sportlers in der Datenbank konnte als verbandsinternes Auswahlkriterium für die Viererzugehörigkeit verwendet werden.

Literatur

- Atkinson, G., Peacock, O. & Passfield, L. (2007). Variable versus constant power strategies during cycling time-trials: prediction of time savings using an up-to-date mathematical model. *Journal of sports sciences*, 25 (9), 1001-1009. Erratum in: *Journal of sports sciences*, 26 (10), 1123.
- Hettinga, F.J., de Koning, J.J., Broersen, F.T., van Geffen, P. & Foster, C. (2006). Pacing strategy and the occurrence of fatigue in 4000-m cycling time trials. *Medicine and science in sports and exercise*, 38 (8), 1484-1491.
- Schumacher, Y.O. & Mueller, P. (2001). Der Weltrekord in der 4000-m-Mannschaftsverfolgung. Theoretische und praktische Aspekte. *Leistungssport*, 1 (1), 43-47.