

---

## **Wettkampfuntersuchungen zu den Leistungsstrukturelementen „Sporttechnik“ und „Kondition“ im Biathlon/Laufbereich**

Hartmut Herrmann (Projektleiter) & Martina Clauß

Universität Leipzig / Sportwissenschaftliche Fakultät / Institut ABTW /  
Fachgruppe Biomechanik

### **Problem**

Im Spitzensport angestrebte ständige Leistungssteigerungen machen kontinuierliches Suchen nach erschließbaren Leistungsreserven bezüglich aller erkannten Strukturelemente spezifischer sportlicher Leistung zwingend erforderlich. Im Vordergrund haben dabei die Strukturelemente mit der höchsten Einflusshöhe zu stehen. Im Biathlon-Laufbereich sind das die spezifischen Kraftausdauerfähigkeiten und das „Vermögen“ (die Fertigkeiten, die mentale Bereitschaft, die taktischen Fähigkeiten, etc.), aktuell als energetisch zweckmäßig eingestufte Skatingtechniken laufstreckenprofilorientiert über die gesamte Wettkampf-Belastungszeit ausführen zu können. Bewegungstechniken und somit auch die Skatingtechniken unterliegen jedoch prinzipiell ständigen Entwicklungen. Die Ursachen hierfür sind vielschichtig (u. a. nationaler/internationaler empirischer/wissenschaftlicher Erkenntnisgewinn, Entwicklung der Sportgeräte, Sportanlagen). Nationale Erkenntnisstände bedürfen folglich einer fortlaufenden Überprüfung am internationalen Maßstab. Das Ziel des universitären Betreuungsprojektes bestand zunächst darin, individuelle, vor Beginn der UWV auf die Biathlon-WM 2008 vorhandene Leistungsreserven des nationalen Spitzenkader zu identifizieren und die erzielten Ergebnisse für das UWV-Training dem Auswahlkader kommentiert bereitzustellen. Des Weiteren sollten aktuelle (2008) 3D-kinematische Sporttechnik-Weltstandanalysen erstellt werden, auf deren Grundlage sich die seit 2007 international vollzogene Entwicklung abzeichnen und bewegungswissenschaftlich-biomechanisch prüfen lässt. Zusätzlich wurde aber auch das Ziel verfolgt, unter WC-Bedingungen erstelltes Videobild- und Datenmaterial zu Skatingtechnik-realisationen durch die „Weltspitze“ (einschließlich Leistungskennziffern und Schrittstrukturparametern) sowohl für alle deutschen Biathlon-Leistungszentren als auch für die eigenständige Tätigkeit im Rahmen der DSV-Trainerschule zu erheben.

### **Methode**

Durchgeführt wurden, wie in den zurückliegenden 14 Jahren, zwei Biathlon-Weltcup-Untersuchungen (WC Oberhof und Ruhpolding 2008). Für einen Vergleich der Nationen kamen wieder alle Biathletinnen und Biathleten (jeweils ca. 100) der Sprint- und Verfolgungsrennen in Betracht. In den jeweils drei Laufrunden je Rennen erfolgten 3D kalibrierte Videoaufzeichnungen mittels zwei neig-, schwenk- und zoombarer sowie gegenlockter Kameras vom Typ JVC-HD 201, HDV-50P mit externer HD vom Typ DR-HD100. An den jeweiligen Laufstreckenabschnitten angebrachte Fixpunk-

te, Lichtschranken und ein zusätzlich genutztes Kamera-Synchronisiersystem der Firma Peak-Performance sicherte ein gezieltes Erstellen der Bewegungskonserven und der Schrittstruktur- bzw. Leistungskennzifferanalysen. An den Anstiegen kamen durchschnittlich 10 und in der Ebene 3 Skatingzyklen zur Aufzeichnung. Bei den Biathletinnen wurden Realisierungen der 1-1 Skatingtechnik und der 1-2 Skatingtechnik mit Führungsarm untersucht. Das Analysieren des Ausführens der 1-2 Skatingtechnik mit betontem Armschwung und der 1-2 Skatingtechnik mit Führungsarm am Anstieg stand bei den Biathleten im Mittelpunkt. Ausgewählte internationale Sportlerinnen und Sportler und der deutsche Auswahlkader wurden am Bewegungsanalysesystem mess3D nach Drenk (IAT Leipzig) einer kinematischen Analyse auf der Grundlage eines 28-Punkte-Modells unterzogen. Eine automatische Fixpunkterfassung mittels des Programms „Movimento“ (d. h. nach dessen Implikation in mess3D) sowie eigenständig entwickelte Programme zur Koordinatentransformation (Translation, Rotation), zur System- bzw. Extremitäten-Längenoptimierung und zur „Mehrfachkalibrierung – Koordinatentransformation“ kennzeichneten darüber hinaus Besonderheiten des methodischen Vorgehens bei der kinematischen 3D-Analyse dieser großmotorischen weiträumigen Bewegungen.

### **Ergebnisse (ausgewählte !)**

Beispielhaft sollen zunächst Ergebnisse zu folgenden Fragestellungen hier dargelegt werden. Welche mittleren Laufzeiten (Quelle: [www.biathlonresults.com](http://www.biathlonresults.com)) wurden von den Biathleten (N = 106) jeweils in den drei Laufrunden erreicht? Besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Laufzeiten der drei Runden? In welcher Runde wurden in der Ebene die höchsten Zyklusgeschwindigkeiten gemessen? Unterscheiden sich die in den drei Runden gemessenen Zyklusgeschwindigkeiten signifikant? Korrelieren die Rundenlaufzeiten mit den in der Ebene gemessenen Zyklusgeschwindigkeiten?

Aus den exemplarischen Ergebnissen in Abb. 1 sind die Rundenlaufzeiten der Biathleten (Median, erstes sowie drittes Quartil und Standardabweichung) zu entnehmen.

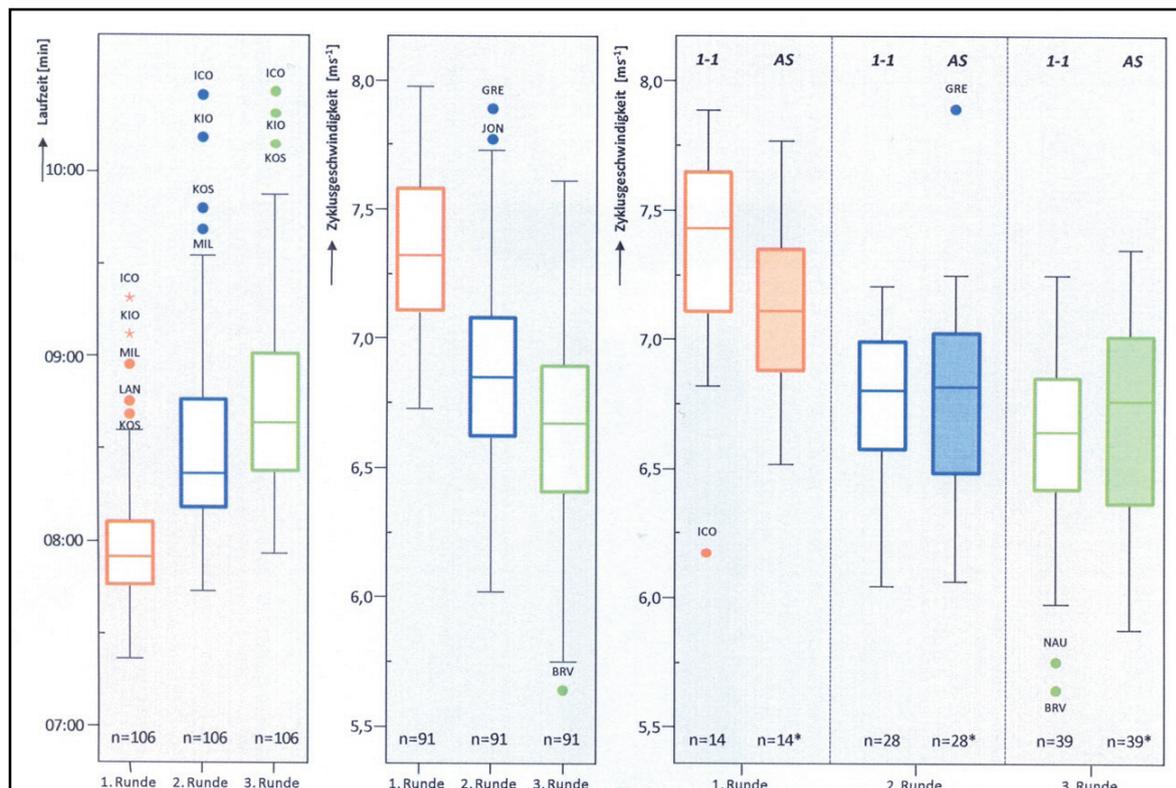


Abb. 1: Rundenlaufzeit, Zyklusgeschwindigkeit beim Skaten in der Ebene, Vergleich analysierter Zyklusgeschwindigkeiten beim Skaten mit der 1-1 Technik und der "1-2 Armschwungtechnik" in der Ebene, Sprint Männer, WC Oberhof 2008

In der ersten Runde wurden die kürzesten Laufzeiten erzielt. In der jeweils nachfolgenden Runde nahmen die Laufzeiten zu. Zwischen den Laufzeiten der Runden 1 und 2, der Runden 2 und 3 sowie der Runden 1 und 3 besteht ein höchst signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,001$ , t-Test bei abhängigen Stichproben).

In der ersten Runde wurden auch die höchsten Zyklusgeschwindigkeiten im „Messstreckenbereich“ (Ebene) gemessen (siehe Boxplotfeld 2 in Abb. 1). Sie nahmen in den nachfolgenden Runden gleichfalls deutlich erkennbar ab. Zwischen den in der Ebene gemessenen Zyklusgeschwindigkeiten der Runden 1 und 2, der Runden 2 und 3 und der Runden 1 und 3 besteht auch ein höchst signifikanter Unterschied (jeweils  $p \leq 0,01$ , t-Test bei abhängigen Stichproben). Die Rundenlaufzeiten korrelieren sehr signifikant mit den in der Ebene im Messstreckenbereich je Runde gemessenen Zyklusgeschwindigkeiten ( $r_1 = -0,822^{**}$ ,  $r_2 = -0,844^{**}$ ,  $r_3 = -0,762^{**}$ ;  $p \leq 0,01$ ).

Die Ergebnisse zur Fragestellung, mit welcher der Skatingtechniken (1-1 Skatingtechnik oder 1-2 Skatingtechnik mit betontem Armschwung) bei diesem Wettkampf höhere Zyklusgeschwindigkeiten in der Ebene erzielt wurden, sind hier gleichfalls nur exemplarisch angeführt. Damit für diesen Vergleich eine übereinstimmende Stichprobenanzahl vorlag, galt es die Stichprobe „1-2 Armschwungtechnik“ je Laufrunde zu randomisieren. In der ersten Runde (siehe Boxplotfeld 3 in Abb. 1) wurde für die 1-1 Skatingtechnikausführungen ein höherer Median für die im Messstre-

ckenbereich ermittelten Zyklusgeschwindigkeiten berechnet. In der zweiten und dritten Runde erzielten die Sportler, welche die „Armschwungtechnik“ realisierten, bezüglich des Medians höhere Geschwindigkeiten. Dieser Unterschied erwies sich jedoch nicht als signifikant (t-Test für unabhängige Stichproben,  $p \leq 0,05$ ). Folglich konnte für alle 3 Runden dieses Wettkampfes (d. h. nur für die vorgelegenen Schneesverhältnisse) kein signifikanter Unterschied zwischen den mit der 1-1 Skatingtechnikausführung und der „Armschwungtechnikausführung“ erzielten Zyklusgeschwindigkeiten festgestellt werden.

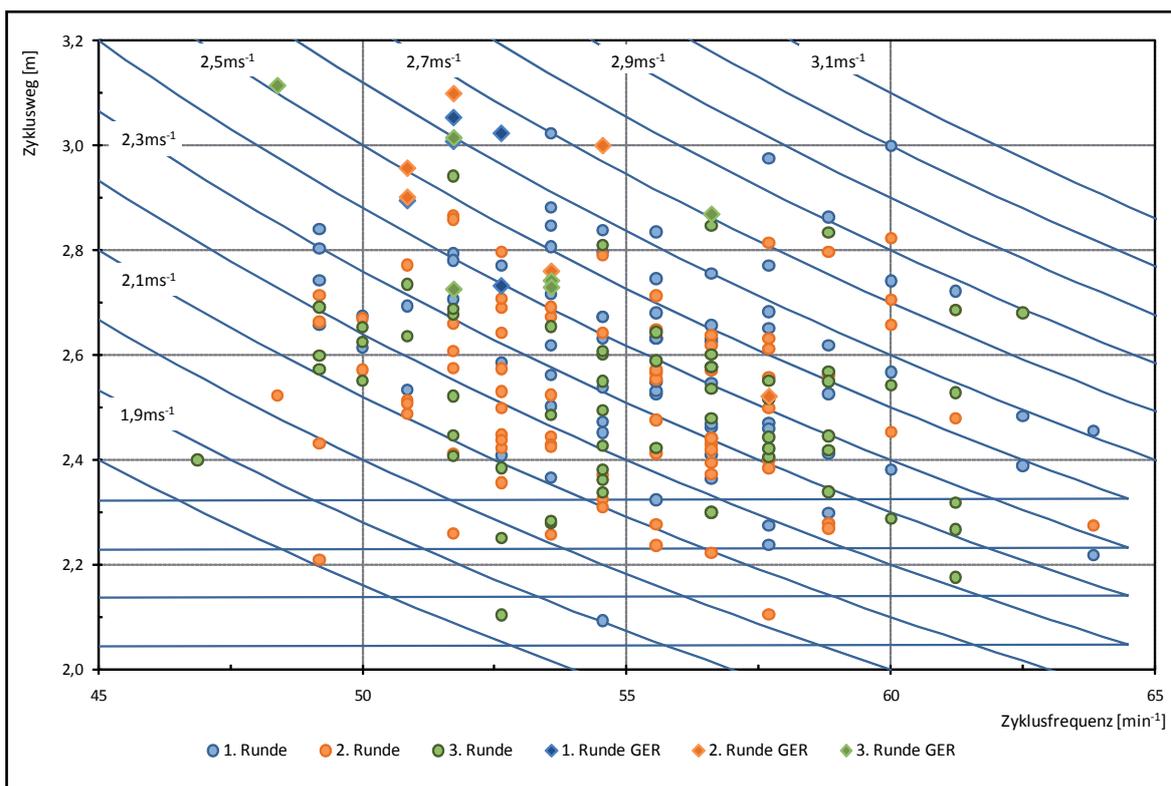


Abb. 2: Netztafel zu Schrittstrukturparametern, Sprint Frauen, WC Ruhpolding 2008

Welche Schrittstruktur-Parameterwerte beispielsweise die deutschen Biathletinnen im Vergleich zu ihren internationalen Konkurrentinnen beim Skaten mit Ausführen der 1-2 Technik mit Führungsarm am Anstieg in den Laufrunden des Sprintrennens erzielten, geht aus dem mit Abb. 2 ausgewiesenen Ergebnis hervor. In der nachfolgenden Abb. 3 ist ein exemplarisches 3D-kinematisches Bewegungsanalyseergebnis, implementiert in eine eigenständig dafür entwickelte Videocombi-Flexapplikation, als Bildschirmausdruck dargestellt.

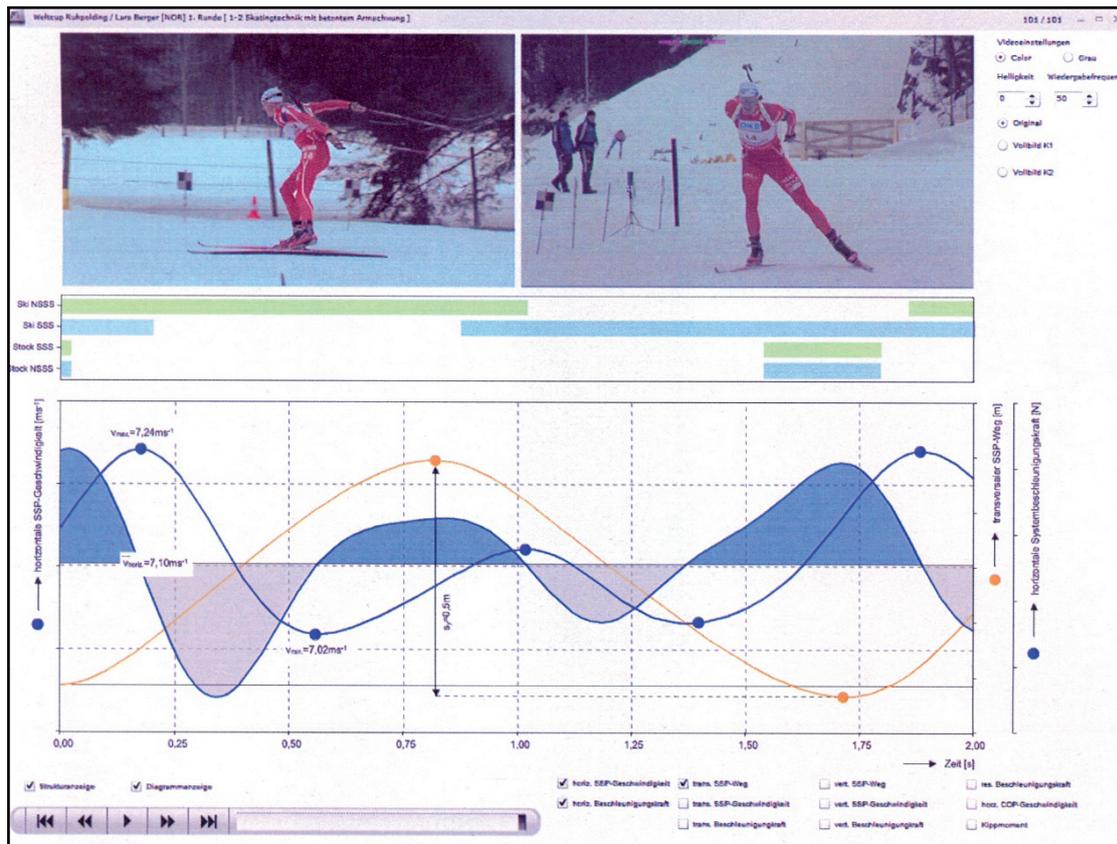


Abb. 3: 3D-kinematisches Analyseergebnis, L. Berger (NOR), 1. Laufrunde, 1-2 Skatingtechnik mit betontem Armschwung, WC Ruhpolding 2008

## Diskussion

Die Ergebnisse zu den einzelnen Fragestellungen charakterisierten den nationalen WC-Leistungsstand 2008 zu konditionellen und sporttechnischen Aspekten im Biathlon-Laufbereich. Während bei den deutschen Frauen nur in Einzelfällen „Technikreserven“, hier aber insbesondere beim Skaten am Anstieg identifiziert wurden (die 1-2 Technik mit betontem Armschwung war bei den Biathletinnen aber nicht Untersuchungsgegenstand), zeichnete sich für den nationalen Männerkader ein anderer Trend ab. Prinzipielle und auch aus bewegungswissenschaftlich-biomechanischer Sicht für ein Erschließen durch Training zu empfehlende Reserven beim Ausführen der 1-1 Skatingtechnik und der 1-2 Skatingtechnik mit betontem Armschwung waren hier kennzeichnend. Die aus bewegungswissenschaftlicher Sicht „leistungsträchtigsten“ Lösungsverfahren für das Skaten in der Ebene wurden 2008 durch norwegische und einzelne französische, schwedische und russische Biathleten realisiert. Bei ihnen standen die gruppenspezifisch höchsten Laufgeschwindigkeiten in engen Wechselbeziehungen mit den geringsten kinetischen Energieschwankungen im Doppelschrittzyklus.

Das über sehr lange Zeit (14 Jahre) einheitlich vollzogene methodische Vorgehen hat sich ein weiteres Mal sowohl für die Spitzensportpraxis als auch die Sportwissenschaft bewährt. Letztere konnte anhand der gewonnenen Untersuchungsergeb-

nisse an internationalen Spitzenathleten wiederum auch 2008 neue Problemfelder aufdecken, deren wissenschaftliches Abklären für die Sportpraxis von Interesse sein dürfte.

### **Literatur**

Clauß, M. & Herrmann, H. (2008): *Zu ausgewählten Wettkampf-Untersuchungsergebnissen, deren statistischen Auswertungen/Interpretationen sowie abgeleiteten Trainingsempfehlungen für den Biathlon-Laufbereich Frauen und Männer (WC Oberhof und Ruhpolding 2008)*. DSV-Trainerinformation, unveröffentl.