

Untersuchungen zur weiteren Vervollkommnung der Anschlagtechniken Liegend und Stehend im Biathlonschießen

(AZ 070803/10-13)

Dirk Siebert (Projektleiter) & Nico Espig

Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät, Institut BTW der Sportarten II, FG Wintersport

1 Problem

Die Schießleistung als Teil der komplexen Biathlonleistung gewinnt durch wettkampfstrukturelle Veränderungen und einer Verdichtung der Weltspitzenleistungen zunehmend an Bedeutung. Die damit verbundene Zielstellung eines fehlerfreien Schießens in kurzer Schießzeit erfordert eine hohe Präzisionsleistung unter biathlonspezifischen Bedingungen. Als wesentliche Leistungsfaktoren werden dazu die leitbildhafte Ausführung der Schießtecknikelemente Anschlag, Atmung, Zielen und Abzug sowie deren optimaler Koordination gekennzeichnet (Nitzsche, 1998). Des Weiteren können mit der Anschlagsstabilität im Hinblick auf Systemschwankungen Sportler-Waffe (Sattlecker, Müller & Lindinger) sowie mit der Gestaltung der Anschlagposition und -winkel (Sklortz, 2008) weitere leistungsbestimmende Faktoren der Schießleistung benannt werden. Bisherige Untersuchungen bezogen sich jedoch nur auf einzelne Leistungsfaktoren, eine komplexe Betrachtung war bisher nicht möglich.

In vorangegangenen BISp-Projekten (vgl. BISp 071601/09) konnten bereits wesentliche Zusammenhänge, wie beispielsweise der Einfluss der Kraft-Zeit-Gestaltung bei der Abzugsbetätigung auf die Laufmündungsbewegungen, benannt werden. Diese Erkenntnisse bezogen sich jedoch nur auf Einflussfaktoren, die direkt über Sensoren an der Waffe erfasst wurden. So bestand aus wissenschaftlicher und sportpraktischer Sicht die Forderung, den bestehenden Schießmessplatz zu erweitern und damit auch Aussagen zur Anschlagsstabilität sowie Anschlagsgestaltung zu ermöglichen. Im Sinne einer Ursachenforschung galt es, entsprechende Merkmalsausprägungen zu diagnostizieren, Haupteinflüsse auf die Laufmündungsbewegungen, als Voraussetzung einer hohen Trefferleistung (Siebert, Nitzsche & Koch, 2011), zu benennen und resultierende trainingsmethodische Ableitungen zu formulieren. Im Rahmen des gezielten Schießtechniktrainings ist ein messplatzgestützter Soll-Ist-Vergleich besonders wichtig, da sich entsprechende Merkmalsausprägungen visuell nur schwer beurteilen lassen. Mit einer weiteren Aufhellung der Leistungsstruktur im Biathlonschießen mittels eines komplexeren Schießmessplatzes wurde daher das Ziel verfolgt, weitere Ursachen bestimmter Leistungsdispositionen und damit verbundene Leistungsreserven aufzudecken.

2 Methode

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurden zwei Hauptstudien realisiert:

Mit einer Evaluationsstudie in den Jahren 2010 und 2011 wurden Norm- und Richtwertgrößen leistungsbestimmender Parameter als Orientierungsgrößen für den Soll-Ist-Vergleich abgeleitet. Dies erfolgte auf der Basis der Aufhellung des komplexen Beziehungsgefüges der Schießleistung. Die Untersuchungen wurden mittels standardisierter Abläufe im Rahmen leistungsdiagnostischer Untersuchungen von Biathletinnen und Biathleten durchgeführt. Dabei wurden insgesamt acht Biathlonschießserien mit jeweils fünf Schuss in Biathlonreihenanzordnung realisiert. Im Anschlag Liegend

und Stehend wurden jeweils zwei Schusserien unter Ruhebedingungen sowie nach standardisierter Vorbelastung absolviert. Beteiligt an diesen Untersuchungen waren insgesamt 128 Sportlerinnen und Sportler mit einem durchschnittlichen Alter von 18,9 Jahren ($SD = 3,4$). Alle Altersklassen ab J16 (Einführung Kleinkalibergewehr), alle Leistungszentren sowie alle Kaderkategorien des Deutschen Skiverbandes waren repräsentativ vertreten.

Im Zuge einer Interventionsstudie im Jahr 2012 wurde die Wirksamkeit der abgeleiteten Norm- und Richtwertorientierung im Messplatztraining auf der Basis eines Prä-Postdesigns untersucht. Weiterhin wurde im Rahmen der Interventionsstudie ein spezielles Trainingsprogramm zur Erhöhung der Anschlagstabilität durchgeführt und deren Wirkung überprüft. Diese Studie wurde mit 21 Testpersonen mit einem durchschnittlichen Alter von 18,8 Jahren ($SD = 3,3$) durchgeführt.

Der bestehende Biathlonschießmessplatz (Nitzsche, 2009), zur Erfassung von Kräften sowie Bewegungen an der Waffe, wurde zur Klärung der Forschungsfragestellungen um die Teilelemente Stabilometrie (Footscan® Balance) und 2D Bewegungsanalyse (Simi Motion, Kinovea) erweitert und ermöglicht durch die synchrone Aufzeichnung der Messwerte die komplexe Betrachtung leistungsbestimmender Parameter der Schießtechnik im Biathlon unter sportartspezifischen Bedingungen (vgl. Siebert & Espig, 2011). Für die Datenverarbeitung und -analyse der verschiedenen Messverfahren sowie zur Sportlerverwaltung wurde eine spezielle Software entwickelt (merger.biathlon, Uni Leipzig).

3 Ergebnisse

Wie bereits beschrieben wurde im Rahmen dieses Forschungsprojektes eine Vielzahl an leistungsbestimmenden Parametern der Schießtechnik sowie deren komplexes Beziehungsgefüge untersucht. Mit Blick auf die Vielzahl der Untersuchungsergebnisse, welche detaillierte Aussagen zu den einzelnen Parametern der Anschlagstabilität und der Anschlagsgestaltung sowie deren gegenseitige Beeinflussung liefern, werden hier nur ausgewählte Hauptergebnisse der Evaluations- und Interventionsstudie beispielhaft dargestellt. Die Ergebnisdarstellung erfolgt dabei in Abhängigkeit der Anschlagart.

3.1 Evaluationsstudie

Die Ergebnisse der Evaluationsstudie zeigen, dass im Anschlag Liegend die Schwankungen des Gesamtsystems Sportler-Waffe keinen entscheidenden Einfluss auf die Laufmündungsbewegungen haben. Als ein Hauptergebnis kann hingegen die Belastungsverteilung zwischen Handlungs- und Stützarm gekennzeichnet werden. Nachweisbar ist, dass sich eine verstärkte Belastung des linken Ellenbogens unabhängig von der Art der Vorbelastung und anthropometrischer Merkmale in signifikant geringeren Schwankungen des Gesamtsystems Sportler-Waffe im Anschlag Liegend auswirkt ($r = -0,182$; $df = 2474$; $Sign. < 0,001$; $r^2 = 0,033$). In Abb. 1 wird deutlich, dass eine Belastungsverteilung von mindestens 80:20 % zwischen linkem und rechtem Ellenbogen einzunehmen ist, um die Systemstabilität im Anschlag Liegend zu erhöhen.

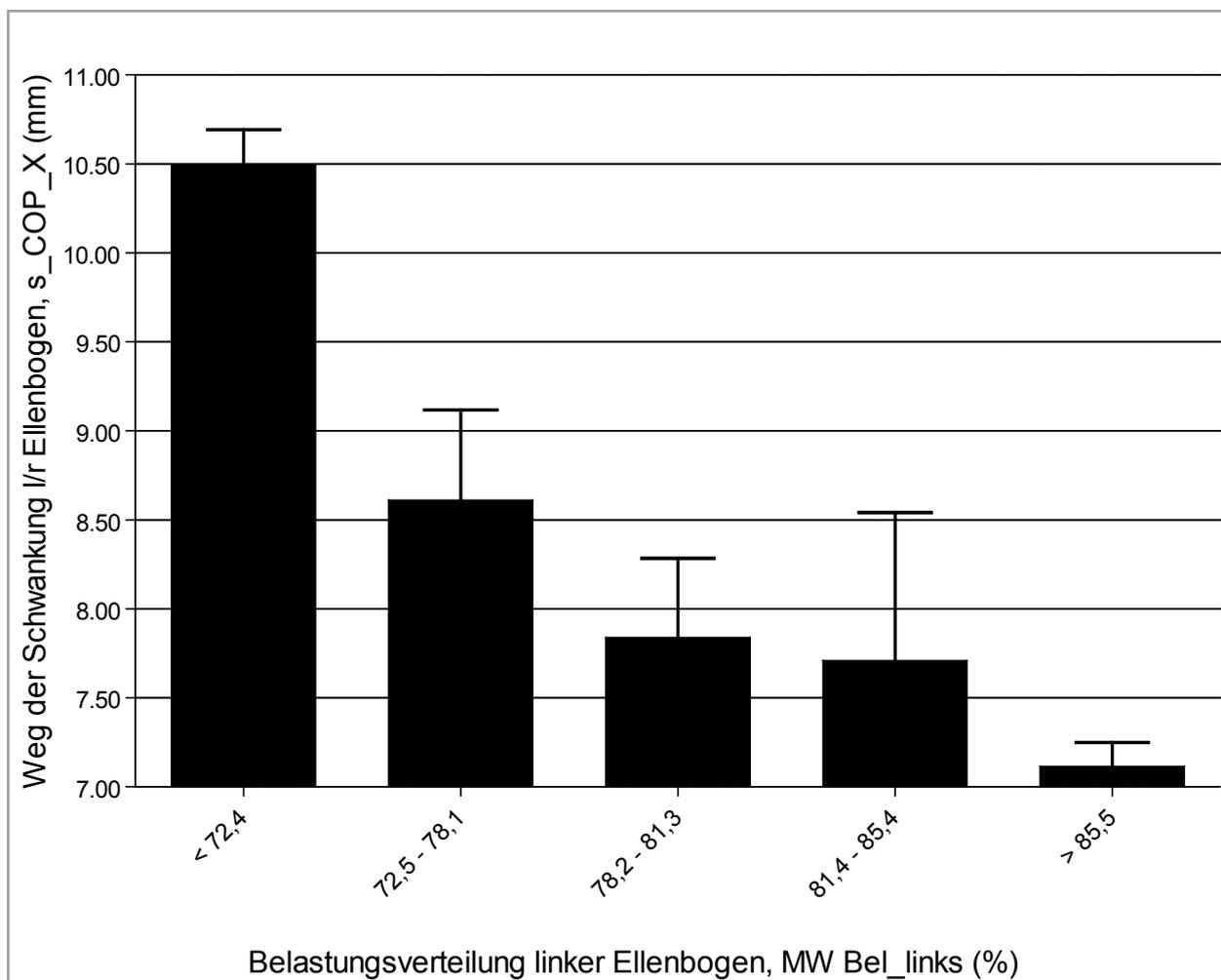


Abb. 1: Schwankungsausmaß zwischen linkem und rechtem Ellenbogen in Abhängigkeit der Belastungsverteilung zwischen beiden Ellenbogen, Anschlag liegend

Im Vergleich zum Anschlag Liegend haben Schwankungen des Gesamtsystems Sportler-Waffe im Anschlag Stehend einen leistungsbestimmenden Einfluss, insbesondere auf die Laufmündungsbewegungen. Konstatiert werden kann, dass nach einer biathlonspezifischen Vorbelastung die Laufmündungsbewegungen in Folge von großen Systemschwankungen zu Beginn einer Biathlonserie signifikant höher sind (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Korrelation zwischen System- und Laufmündungsschwankungen im Verlauf einer Schusserie im Anschlag Stehend, N = 4230

		Nr. des Schusses im Verlauf einer Serie					
		1	2	3	4	5	
Korrelation zwischen Area_COP und s _{xy} im Anschlag Stehend	Ruhe	r =	0,140	0,018	0,043	0,129	0,026
		p =	0,014	0,764	0,469	0,045	0,737
	Belastung	r =	0,325	0,253	0,104	0,102	0,151
		p =	0,001	0,008	0,245	0,307	0,240

Auf der Grundlage der Erkenntnisse der Evaluationsstudie wurden bestehende Norm- und Richtwertorientierungen bestätigt bzw. präzisiert. Für die im Rahmen der Erweiterung des Schießmessplatzes neu erfassten Parameter, der Anschlagsstabilität sowie Anschlagsgestaltung, konnten ebenfalls Norm- und Richtwerte aufgestellt werden. Die Ableitung dieser Orientierungsgrößen erfolgte in Abhängigkeit anthropometrischer Merkmale und entsprechend der Etappen des langfristigen Leistungsaufbaus.

3.2 Interventionsstudie

Das im Rahmen der Interventionsstudie durchgeführte Messplatztraining zur Anpassung der anschlagspezifischen Parameter erfolgte auf der Basis der in der Evaluationsstudie abgeleiteten Norm- und Richtwertgrößen. Nach erfolgter Intervention waren u. a. eine Erhöhung der Trefferleistung und eine Verringerung der Laufmündungsbewegungen nachweisbar. Beide abhängigen Variablen haben sich signifikant verbessert. In Tab. 2 wird deutlich, dass die Untersuchungsgruppe im Anschlag Liegend die Laufmündungsbewegungen zwischen Prä- und Posttest um ca. 18 % verringern konnte. Die signifikante Verbesserung weist dabei einen großen Effekt auf. Die Kontrollgruppe konnte sich hingegen nicht signifikant verbessern.

Tab. 2. Prüfung der Veränderungen der Laufmündungsbewegungen (s_{xy}, mm) im Anschlag Liegend zwischen Prä- und Posttest (T-Test, abhängige Stichproben)

Weg Laufmündung, s _{xy} (mm) - Liegend								
	Prättest		Posttest		t-Wert	sign.	df	d
	MW	SD	MW	SD				
UG	0,75	0,14	0,62	0,11	4,428	< 0,001	77	-1,00
KG	0,47	0,18	0,42	0,10	1,809	0,078	39	-0,39

4 Diskussion

Die gewählte untersuchungsmethodische Herangehensweise hat sich bewährt. Die simultane Erfassung von Trefferleistung, Laufmündungsbewegungen, Anschlagskräften und deren Schwankungen sowie stabilometrischen und kinematischen Parametern erlaubt eine komplexe Betrachtung der Schießtechnik im Biathlon. Neben Aussagen zu Zusammenhängen der verschiedenen Leistungsparameter, können auch Orientierungsgrößen in der Form von Normwerten für die jeweiligen Parameter abgeleitet werden. Im Rahmen des Techniklernprozesses beim Schießtraining im Biathlon sind diese unabdingbar.

Die Untersuchungsergebnisse der Evaluationsstudie zeigen, dass die leistungsbestimmenden Parameter deutlich von anthropometrischen Merkmalen, der Art der Vorbelastung sowie der jeweiligen Etappe des langfristigen Leistungsaufbaus abhängig sind. Mit dieser weiteren Aufhellung der Schießleistungsstruktur können klare Angaben zur Gestaltung der beiden Anschlagarten, Liegend und Stehend, sowie zu tolerierbaren Veränderungen der Leistungsfaktoren in den jeweiligen Schussphasen getroffen werden. Beispielsweise werden die Leistungsdiskrepanzen zwischen Ruhe- und Belastungsschießen offensichtlich. Diesbezügliche Leistungsreserven beim Schießen unter physiologischer Vorbelastung sollten über eine Anpassung von Trainingsinhalten und -umfängen erschlossen werden.

Mit der durchgeführten Interventionsstudie, zur Überprüfung der Wirksamkeit eines norm- und richtwertgestützten Messplatztrainings, konnten u. a. positive Effekte im Hinblick auf eine Erhöhung der Laufmündungsstabilität und der Trefferleistung in beiden Anschlägen nachgewiesen werden. Für das Schießtechniktraining sind in diesem Zusammenhang die abgeleiteten Norm- und Richtwerte eminent und die Schießausbildung sollte an diesen ausgerichtet sein. Daher empfiehlt sich zum Zweck des Soll-Ist-Vergleichs ein regelmäßiger Einsatz des komplexen Schießmessplatzes im Verlauf aller Etappen des langfristigen Leistungsaufbaus.

5 Literatur

- Koch, M. (2001). *Untersuchungen zur weiteren Präzisierung der Biathlonschießtechnik mittels neuer Mess- und Auswertverfahren*. Dissertation: Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät.
- Nitzsche, K. (Hrsg.) (1998). *Biathlon. Leistung - Training - Wettkampf; ein Lehrbuch für Trainer Übungsleiter und Aktive* (1. Aufl.). Wiesbaden: Limpert.
- Nitzsche, K. (2009). *Biathlon-Schießmessplatz – Möglichkeiten zur Objektivierung der Biathlonschießleistung*. Forschungsbericht: Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät.
- Sattlecker, G., Müller, E. & Lindinger, S. *Performance Determining Factors in Biathlon Shooting*. In 12th Annual Congress of the ECSS, 11–14 July 2007, Jyväskylä, Finland.
- Siebert, D. & Espig, N. (2011). Weiterentwicklung diagnostischer Verfahren zur Analyse der Anschlagstechnik Stehend im Biathlonschießen. *Leipziger sportwissenschaftliche Beiträge (Lehmanns Media)*, 52 (1), 120–137.
- Siebert, D., Nitzsche, K. & Koch, M. (2011). Objektivierung der Biathlonschießleistung und Weiterentwicklung des Schießmessplatzes. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2010/11* (S. 199–202). Köln: Sportverlag Strauß.
- Sklortz, E. (2008). *Elektromyographische Untersuchung (EMG) zur Präzisierung der Anschlagstechniken Liegend und Stehend im Biathlon*. Studienbegleitende Arbeit: Trainerakademie Köln des DOSB.

Weitere projektbezogene Veröffentlichungen

- Espig, N. & Siebert, D. (2011). Untersuchungen zu biomechanischen Faktoren der Schießtechnik im Biathlon. In K. Hottenrott, O. Stoll & R. Wollny (Hrsg.), *Kreativität – Innovation – Leistung. Wissenschaft bewegt Sport bewegt Wissenschaft*. 20. dvs-Hochschultag • Halle • 21.-23. September 2011. (Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, 215, S. 260). Hamburg: Czwalina.
- Espig, N. & Siebert, D. (2012). The standing position in biathlon shooting: Body sway, shooting position and shooting results. In D. M. Peters & P. G. O'Donoghue (Hrsg.), *Programme & e-Book of Abstracts, World Congress of Performance Analysis of Sport IX*, 25.-28. July 2012, University of Worcester, UK, Page 81.
- Siebert, D. & Espig, N. (2011). Untersuchungen zur weiteren Vervollkommnung der Anschlagstechniken Liegend und Stehend im Biathlonschießen. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2010/11* (S. 193–198). Köln: Sportverlag Strauß.
- Siebert, D. & Espig, N. (2013). Der Einfluss von Schwankungen des Gesamtsystems Sportler-Waffe auf Laufmündungsbewegungen im Anschlag Stehend im Biathlonschießen. In T. L. Milani & C. Maiwald (Hrsg.), *Abstractband, Neue Ansätze in der Bewegungsforschung*. Tagung der dvs Sektion Biomechanik, 13.-15. März 2013, TU Chemnitz, S. 19.