
Entwicklung eines Messplatzes zur Objektivierung der Biathlonschießleistung

K. Nitzsche

Universität Leipzig
Sportwissenschaftliche Fakultät,
Institut BTW der Sportarten, Fachgebiet Wintersport

1 Problemkennzeichnung/Aufgabenstellung

Problemkennzeichnung

Untersuchungen vergangener Jahre (NITZSCHE 1981/1994/1998) belegen, dass die höchste Treffsicherheit dann gegeben ist, wenn die Laufmündung im Moment der Schussabgabe ein geringstes Schwankungsmaß aufweist. Nach der Strahlensatzberechnung (ALBERT-STEGER 1997) darf die Laufmündungsbewegung bei einer mittigen Ziellage nicht größer als 0,48 mm (Anschlag liegend) bzw. 1,23 mm (Anschlag stehend) betragen, um zu einem Treffererfolg gelangen zu können.¹ Das Erreichen dieser Handlungsqualitäten wird erschwert durch den Zeitdruck, in dem das Schießen abzulaufen hat, und durch die vorangegangene hohe physische Vorbelastung.

Der Grad der Laufmündungsdämpfung stellt demnach eine gewisse Schlüsselfunktion für ein erfolgreiches Schießen dar. Alle genannten Technikelemente sind so auszuführen und zu koordinieren, dass diese grundlegende Forderung auch bei einer weiteren Zunahme der Schießschnelligkeit erfüllt werden kann. Unterstützt wird dieses „Ruhigstellen“ des Gewehrs im Anschlag liegend durch den Unterstützungsgurt und den Einsatz der Gewehrschaftkappe in der Schultergrube. Diese die Anschlagsqualität beeinflussenden Faktoren sind bei der anschlagstechnischen Objektivierung hinsichtlich von Kraftgröße und -dynamik in den Untersuchungen mit zu beachten.

Der Vollzug der Schießtechnikelemente wird durch sehr feindifferenzierte Bewegungen bestimmt, die ein Trainer visuell nicht wahrnehmen und ein Sportler in der Komplexität nicht erfassen und nachvollziehen kann. Um dennoch trainingsmethodische Einflussnahme zu ermöglichen, sind Messverfahren einzusetzen, mit deren Hilfe Ursachen für positive oder ungünstige Leistungsdispositionen im Moment der Schussabgabe

¹ Bei dieser Berechnungsgrundlage wurde ein 1,20 m langes Gewehr zu Grunde gelegt.

aufgehellt werden können. Untersuchungen belegen (NITZSCHE 1981; WICK 1990), dass ein Biathlonsportler die Zeit von ca. 0,18 s bis 0,25 s benötigt, um auf das optisch wahrnehmbare Signal „Zielbild stimmt“ mit der Schussauslösung reagieren zu können. Demzufolge ist bei der messtechnischen Objektivierung der Zeitraum von 0,3s bis Schussabgabe der entscheidende, d.h. in diesem Zeitbereich sollte die Koordination der Teilhandlungen die höchste Laufdämpfung gewährleisten.

Bisherige Objektivierungsverfahren waren auf Laborlösungen, d.h. Schießen auf 10 m mittels eines Laserstrahls, begrenzt. Diese dafür eingesetzte Schießanlage der Firma „Noptel“ aus Finnland gestattet Aussagen über Laufmündungsschwankungen und Trefferlagen unter den genannten Laborbedingungen.

Es sind also Aussagen über Finalleistungen (Gewehrschwankungen) möglich, jedoch können Ursachen für instabile Verhaltensweisen damit nicht erkannt werden. Diese Anlage ist für die Objektivierung als auch für das Training nach wie vor bedeutsam, allerdings mit den erwähnten Einschränkungen.

Aufgabenstellung

Unsere Aufgabenstellung war darauf gerichtet, mit der Entwicklung eines PC-gestützten Messplatzes erstmals leistungsrelevante Schießtechnikparameter unter Originalschießbedingungen (scharfer Schuss, Fünferspiegel, 50-m-Schießentfernung, Einsatz am Schießstand) sowohl ohne als auch mit vorangegangener Laufbelastung objektivieren zu können.

Der Messansatz ist dabei nicht nur auf die Objektivierung der Finalleistung, sondern auch auf die Erfassung von Faktoren gerichtet, die die Ursachen für die jeweilige Leistungsdisposition bilden können.

Der Aufbau des Messplatzes erfordert den Einsatz geeigneter Beschleunigungs-, Wege- und Kraftsensoren sowohl unter dem Aspekt der hinreichenden Genauigkeitsaussagen als auch einer spezifizierten Software zur Datenverarbeitung und Datenpräsentation.

Eine Forderung der Praxis ist dabei insofern zu beachten, dass der Sportler mit seinem eigenen Gewehr ungestört von der Messanordnung seinen antrainierten Schießvorgang realisieren kann. Die Aufbereitung der Messdaten hat für die Hand des Trainers in einer übersichtlichen Form zu erfolgen, so dass Stärken und Reserven des Schießvorgangs sofort erkennbar sind. Parallel zur Datenerfassung ist ein zweiter PC für den Onlinebetrieb auszustatten.

2 Untersuchungsmethodik

Das untersuchungsmethodische Vorgehen ist durch folgende Entwicklungsstufen gekennzeichnet, die z.T. nacheinander und z.T. parallel vollzogen wurden:

1. Stufe

- a. Aufbau eines Messsystems, das Wege-, Beschleunigungs- und Kraftgrößen sowie deren Dynamik mit hinreichender Genauigkeit bei der Objektivierung von Leistungsfaktoren messen kann;
- b. Entwicklung einer spezifischen Software zur Darstellung von Einzelparametern sowie deren Verknüpfung zwischen Leistungsparametern;
- c. Entwicklung einer handhabbaren Auswertungsmethodik.

2. Stufe

- a. Durchführung von zwölf Laboruntersuchungen zur Entwicklung, Erprobung und Weiterentwicklung der Messplatzbestandteile und der Software (1995-1998);
- b. Durchführung von 18 Felduntersuchungen (Analyse von 5760 Schuss) im Zeitraum 1996-1999 mit dem Ziel der Leistungsobjektivierung und der weiteren Aufhellung der Schießleistungsstruktur.

3. Stufe

Statistische Aufbereitung des Datenmaterials mit dem Ziel der Erarbeitung von Normwertorientierungen für den Spitzen- und Nachwuchsbereich sowie des Aufhellens des Beziehungsgefüges zwischen Leistungsparametern.

Als Probanden standen die Damen und Herren der Nationalmannschaft sowie 18 Nachwuchssportler der Biathlon-Leistungszentren Oberhof, Altenberg und Oberwiesenthal zur Verfügung. Die Untersuchungen wurden jeweils im Rahmen der Grundlagerschießausbildung (Mai/Juni) sowie der komplexen Schießausbildung (September/Oktober) im Zeitraum 1996-1999 durchgeführt.

3 Darstellung ausgewählter Ergebnisse

3.1 Zur Entwicklung, zum Aufbau und zur Funktion des Schießmessplatzes

Bestandteile der Gerätekonfiguration-Hardware/Software

Zum Messplatz gehören nachfolgend aufgeführte Geräte (Abbildung 1) mit folgenden Objektivierungsfunktionen:

- Aufgerüsteter Pentium zur Aufnahme und Verarbeitung der Messsignale;
- Dogging-Station mit Notebook für Onlinemessungen;
- Optisches Laserdistanzmesssystem (vertikal und horizontal) zur Objektivierung der Wegeveränderung an der Laufmündung (vertikal und horizontal);
- Beschleunigungssensorensystem (vertikal und horizontal) zur Objektivierung der Laufmündungsschwankungen;
- Druckkraftsensor zur Objektivierung des Kraft-Zeit-Verlaufes am Abzugsbügel;
- Zugkraftsensor zur Objektivierung des Kraft-Zeit-Verlaufes am Unterstützungsgurt;
- Druckkraftsensor zur Objektivierung des Kraft-Zeit-Verlaufs an der Schaftkappe;
- Rechentechnische Verknüpfung der Beschleunigungssensoren zur Objektivierung der Gewehrverkantung;
- Rechentechnische Verknüpfung der Wegesensoren zur Darstellung der Laufmündungsbewegung unmittelbar vor und nach der Schussabgabe;
- Trigger zur Auslösung des Messvorganges;
- Taster zur Unterbrechung der Triggerung während des Gewehrladens;
- Signalverstärker für jeden Sensor;
- Signalaufnahmeverteiler für acht Eingänge;
- 4-Kanal-Oszilloskop mit Plotter für Voreinstellungen und Laborversuche;
- Zwei Drucker.

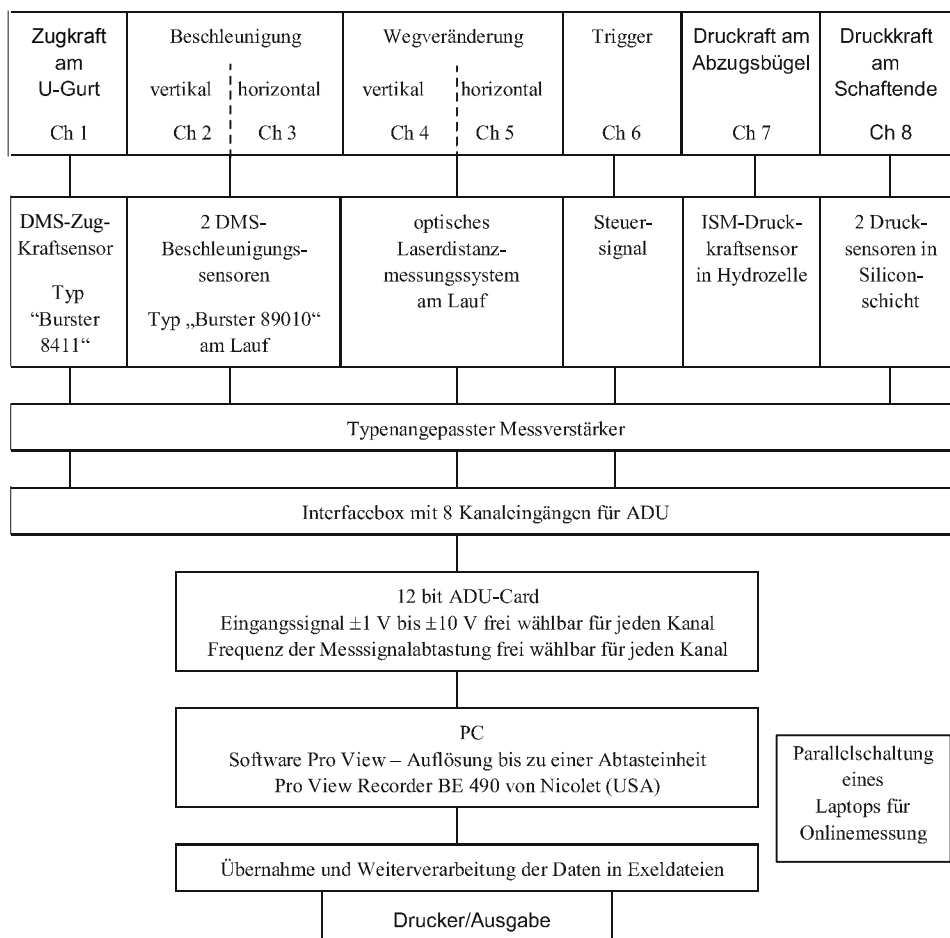


Abb. 1: Prinzipaufbau des Messplatzes „Biathlonschießen“

An die für unsere Zwecke benötigte Messtechnik wurden folgende Anforderungen gestellt, die wir zu berücksichtigen hatten:

- Sehr hohe Messempfindlichkeit bei entsprechender Auslenkungshöhe, da sowohl das Maximum bei der Messung als auch geringste Beschleunigungs-, Wege- und Kraftveränderungen in den zu erwartenden Größenverhältnissen anzuzeigen sind;
- Minimales Eigengewicht der Sensoren, um die bestehenden Last-Kraft-Verhältnisse am Gewehr nicht negativ zu beeinträchtigen;
- Ausreichend robust gegen hohe Bewegungsimpulse bei der Schussauslösung;
- Schnelle, für das Zielen nicht beeinträchtigende Anbringungsmöglichkeit an die individuell angepassten Gewehrtypen;
- Betreibermöglichkeit im Onlineverfahren.

Kurzbeschreibung der eingesetzten Sensoren

- Beschleunigungssensoren

Die zu einer Wheatston'schen Brücke zusammengeschalteten Dehnungsmessstreifen wandeln Längenänderungen in Widerstandsänderungen um. Die Brückenausgangsspannung ist proportional der Beschleunigung, welche senkrecht auf die Montagefläche des Sensors wirkt.

Die beiden Beschleunigungssensoren sind im Winkel von 90° an eine entwickelte Leichtmetallhalterung angebracht. (siehe Abbildung 4)

Diese Halterung ist mittels eines einrastbaren Federmechanismus problemlos hinter dem Korntunnel am Gewehrlauf zu befestigen.

Mit diesem beschriebenen Messaufbau ist es möglich, horizontale und vertikale Beschleunigungen und damit Gewehrschwankungen sowie ein fehlerhaftes Verkanten des Gewehrs durch rechen-technische Verknüpfung der X- und Y-Komponente zu messen. Das Eigengewicht von 28 g pro Sensor führt für den Sportler zu keinen Beeinträchtigungen im Kraft-Last-Verhalten beim Feinzielen. Die Nichtlinearität und Hysterese werden mit $< \pm 1 \%$ v. E. angegeben.

- Wegesensoren

Zur Erfassung der Wegeveränderung an der Laufmündung im Moment der Schussabgabe haben wir uns für ein berührungsloses optisches Weg-Mess-System der „opto NCDT Serie 1605“ entschieden (Abbildung 2).

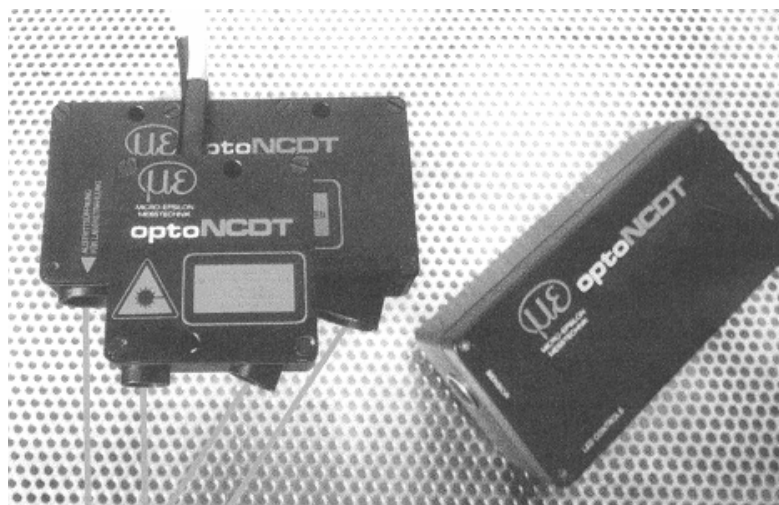


Abb. 2: Berührungsloses optisches Wegmesssystem „opto NCDT 1605“

Als Messprinzip wird hierbei das Triangulationsverfahren angewandt. Als Lichtquellen werden zwei Laser (vertikale und horizontale Komponente) im sichtbaren Rotbereich eingesetzt. Die Vorteile dieses Messverfahrens liegen darin begründet, dass mittels des sichtbaren Rotpunktes problemlose Eichungen möglich werden, sehr kurze Reaktionszeiten vorhanden sind (0,1-20 ms Anstiegszeit) und eine Verfälschung des Messwertes durch Streulicht von seitlich in den Strahlengang ragenden glänzenden Objekten ausgeschlossen ist.

Die Winkelabhängigkeit ist bei matter Oberfläche vernachlässigbar klein. Die Linearitätsfehlergröße liegt bei $< \pm 0,3 \%$, die Winkelfehlergröße bei ca. $0,5 \%$ (bei 30° Neigung) sowie die Temperaturdrift bei $< 0,03 \%/^\circ\text{K}$.

Der Messaufbau zur optischen Erfassung der Laufmündungsschwankungen wurde so gewählt, dass die Laserdioden und die Empfängerelektronik im Winkel zu je 90° (vertikal/horizontal) auf einem verstellbaren Eisengestänge befestigt sind. Je nach Körpergröße bzw. Gewehrlaufhöhe kann dieses Messsystem mittels eines Fotostativs auf den erforderlichen Messabstand eingestellt werden.

- Schaftkappe - Kraftsensor

Aus dem messtechnischen Ansatz von Ganganalysen hat die Firma Paramed ein spezifisches Messpad zur Erfassung der Druckkraft an der Schaftkappe entwickelt. Auf einer Fläche von 6×2 cm wurden im oberen und unteren Abschnitt je ein Drucksensor in einer Silikonschicht eingearbeitet. Die Druckverteilung beider Sensoren kann differenziert, aber auch in einer Summe dargestellt werden. Die dynamische Belastung ist von 0 N bis 200 N möglich. Die Fehlergröße wird mit $< \pm 2 \%$ angegeben. Die Messpadbefestigung erfolgt mittels Klebestreifen am Schaftende (siehe Abbildung 3). Das Messsignal wird durch einen vor der Dogging-Station vorgeschalteten Messverstärker dem PC zugeführt.



Abb. 3: Messpad der Schaftkappe

- Abzug - Kraftsensor

Zur Erfassung des Kraft-Zeit-Verlaufs findet eine von der Firma Gisma GmbH entwickelte Hydrozelle mit einer Auswerterschaltung Verwendung, die selbstklebend am Abzugsbügel angebracht wird.

Die Empfindlichkeitseinstellung ist veränderbar. Der Messbereich liegt zwischen 0 N bis 10 N. Die Fehlergröße wird mit $< \square 1$ % v. E., im interessierenden Kraftbereich zwischen 5-6 N angegeben.

- Unterstützungsgurt - Kraftsensor

Zur Erfassung des Kraft-Zeit-Verlaufs ist in den Unterstützungsgurt ein Zugkraftsensor mit einem Messbereich von 0 N bis 300 N integriert. (siehe Abbildung 4) Auf dem Sensorelement sind Dehnungsmessstreifen appliziert und zu einer Vollbrücke geschaltet, die bei Kraftwirkung eine zur Messgröße proportionale Brückenspannung abgibt. Die Messgenauigkeit bewegt sich laut Werksangabe im Bereich $< \square 2$ %. Das Eigengewicht des Kraftsensors beträgt 25 g.



Abb. 4: Kraftsensor am Unterstützungsgurt/Kraftsensor am Abzugsbügel/Kraftsensor an der Schaftkappe/Beschleunigungssensoren an der Laufmündung

3.2 Zur Softwareanpassung

Zur Umwandlung der über das Messsystem erhaltenen Analogsignale in digitale Signale wird eine ADU-Karte von „Prov-View“, Typ BE 490XE, verwendet.

Ein vollständiges Setup auf Basis von Prov-View (mit Hard- und Softwarekomponenten) bietet die folgenden Funktionen:

- integrierte Steuerung der Datenerfassung,
- Datenanzeige auf mehreren Signalspuren und Ansichten,
- schnelle Zwei-Cursor-Messung,

- umfassende Datenanalyse mit flexibler Formel-Datenbank,
- flexible Import- und Exportfunktionen,
- vollständige Steuerungs- und Archivierungsfunktionen,
- verdichtete Protokolle zur Sofortauswertung,
- automatische Übergabe der Daten in eine Exel-Datenbank zur statistischen Berechnung,
- parallele Schnittstellen für einen Onlinebetrieb.

Zur Messkanalkonfiguration

Grundlage der Messkanalanpassungen sind softwaretechnisch zu lösende Spannungseinstellungen, die durch Vergleichsmessungen in Form und Größe auf die Originalbewegungsabläufe nach Beschleunigungs-, Wege- und Kraftveränderungen abgestimmt wurden.

Zur Anpassung der Team-Formeltabelle

Der Berechnungs- und Funktionstabelle liegt eine umfangreiche, in der Software enthaltene Formeldatenbank zugrunde. Diese softwaretechnische Anpassung hat die Größe der Messsignale, die Filterfunktion und den entsprechenden Messzeitabschnitt zu berücksichtigen. Da das Triggersignal mit steiler Anstiegsflanke eine Verzögerung von 0,04 s aufweist, wurden die für uns bedeutsamen zwei Zeitabschnitte zur Beurteilung der Laufmündungsdämpfungsfähigkeit auf 1,04 s bzw. 0,34 s rückwärts von der Schussauslösung ausgehend aufgerechnet.

Zur Anpassung der Ergebnistabelle und des Protokollausdrucks

Die Ergebnistabelle wurde auf der Grundlage der TEAM-Formeltabelle erstellt (Tabelle 1). Diese erfasst alle für uns relevanten Parameter und dient gleichzeitig als Grundlage zur Datenübergabe in die Exel-Datei. Der Datenausdruck wurde so angelegt, dass eine Schnellauswertung für Trainer und Sportler (grafische Parameterübersichten sind im Hintergrund enthalten) gesichert und ein Datenspeicher für mittelfristige, tiefgründigere Ergebnisaufbereitung vorhanden ist.

Tab. 1: Zeit- und Parameterkennzeichnung des Messprotokolls pro Schuss

Formel	Beschreibung
Feinzielphase:	
Mean F _z (-1s - 0s)	Mittelwert der Zugkraft in der Zeit von -1s bis zum Schuss
StdDev F _z (-1s - 0s)	Standardabweichung der Zugkraft in der Zeit von -1s bis zum Schuss
Mean F _z (-0,3s - 0s)	Mittelwert der Zugkraft in der Zeit von -0,3s bis zum Schuss
StdDev F _z (-0,3s - 0s)	Standardabweichung der Zugkraft in der Zeit von -0,3s bis zum Schuss
Mean F _z (0s - 0,1s)	Mittelwert der Zugkraft in der Zeit vom Schuss bis 0,10s nach dem Schuss
StdDev F _z (0s - 0,15s)	Standardabweichung der Zugkraft in der Zeit vom Schuss bis 0,10s nach dem Schuss
Mean a _v (-0,3 - 0s)	Mittelwert der vertikalen Beschleunigungskomponente in der Zeit von -0,3s bis zum Schuss
StdDev a _v (-0,3s - 0s)	Standardabweichung der vertikalen Beschleunigungskomponente in der Zeit von -0,3s bis zum Schuss
StdDev a _h (-0,3s - 0s)	Standardabweichung der horizontalen Beschleunigungskomponente in der Zeit von -0,3s bis zum Schuss
StdDev s _v (-0,3s - 0s)	Standardabweichung der vertikalen Wegkomponente in der Zeit von -0,3s bis zum Schuss
StdDev s _h (-0,3s - 0s)	Standardabweichung der horizontalen Wegkomponente in der Zeit von -0,3s bis zum Schuss
Mean F _a (-0,8s-0,3s)	Mittelwert Abzugskraftplateau in Beug zur Kraftgröße beim Brechen des Schusses
Mean Fszl(-1s-0s)	Mittelwert der Druckkraft in der Zeit von -1s bis zum Schuss
StdDevFsz(-1-0 s)	Standardabweichung der Druckkraft in der Zeit von -1 s bis zum Schuss
MeanFsz(-0,3-0 s)	Mittelwert der Druckkraft in der Zeit von -0,3 s bis zum Schuss
StdDevFsz(-0,3-0 s)	Standardabweichung der Druckkraft in der Zeit von -0,3 s bis zum Schuss
Nachhaltephase:	
Gleiche Formeldatenbank über den Zeitraum Schuss bis 0,1 s nach Schuss	

Legende:

Fz: Zugkraft am Unterstützungsgurt Fsz: Druckkraft Schulter-Schaftkappe

s: Weg

Fa: Kraft am Abzugsbügel

A: Beschleunigung

3.3 Möglichkeiten der Messergebnisdarstellung

Das Auswertungsprotokoll wird durch Übergabe der Messdaten in eine Exel-Datei erstellt (Tabelle 2), in dem neben den Messdaten für jeden Schuss und im Mittelwert der Serie weitere Informationen zur Archivierung (Ifd. Nr./Datei-Nr.), zur Armwinkelstellung (W), zur Position liegend oder stehend (li./st.), zur Art des Abräumverhaltens (Beschießen der Scheibe von rechts nach links oder links nach rechts) und zur Trefferlage (z.B. 7 lt = links tief) enthalten sind. In der Seitenleiste dieses Auswertungsprotokolls sind die Serienmittel und Anschlagmittelwerte dargestellt, die zu jedem Parameter in Form von Grafiken mit dem Mannschaftsdurchschnitt, später mit den Normwertorientierungen, verglichen und diskutiert werden. Jeder gemessene Parameter kann sofort nach der Fünferserie oder auch nach jedem Schuss in einer grafischen Übersicht abgefordert werden. Zoomfunktionen ermöglichen Schnittpunkte der Handlungsausführung differenzierter darzustellen.

Über einen zweiten, in den Messplatz integrierten PC, ist es möglich, dem Sportler im Onlineverfahren bei erforderlichen Veränderungen in der Anschlagposition, über die dabei auftretenden Kraftverläufe und -größen, z.B. am Unterstützungsgurt oder in der Schafthkappe, Informationen zu geben.

Tab. 2: Auszug aus dem Auswertungsprotokoll

Daten Feinzielphase														
T_d dmmjj.	Name	Vorname	KK	Wi.	Li.	Belast.	Größen	1.Schuß	2.Schuß	3.Schuß	4.Schuß	5.Schuß	Ø - Serie	Ø - Gesamt
Extension	Pers. Daten		LG	[°]	St.	R / B								
047	Nachname	Vorname	KK	92	Li.	R	Ringe	8h	7h	9h	10	9h		5
							M F_z [N]	128,1477	130,4890	132,2938	132,7371	132,7595	131,29	Verkantung
							SD F_z [N]	0,7902	0,3400	0,3989	0,7537	0,7588	0,61	1.Serie
							M F_DS [N]	12,7615	17,4789	18,5416	19,3928	20,4159	17,72	-10,55
	Altersklasse:	17. Jan					SD F_DS [N]	0,7555	0,3824	0,4375	0,8467	0,8420	0,65	-20,42
							M a_v [mG]	-16,4331	-10,5508	-12,8315	-19,2673	-20,4211	-15,90	9,87
	Abräumverhalten:	5-4-3-2-1					SD a_v [mG]	33,6725	10,8592	12,2896	32,1269	32,2344	24,24	
							SD a_h [mG]	12,9828	3,4122	4,2523	13,9911	14,2261	9,77	Verkantung
	Messort:	Oberhof					s_v [mm]	0,3638	0,4300	0,2284	0,2426	0,3087	0,31	2.Serie
							s_h [mm]	0,2520	0,3686	0,2394	0,2032	0,2158	0,26	-15,09
							s_XY [mm]	0,4866	0,6286	0,3757	0,3674	0,4332	0,46	-20,85
							F_abz [%]	97,7576	99,0492	98,4767	98,7939	99,2559	98,67	5,76
048				92	Li.	R	Ringe	10	8h	8h	91	8h		5
							M F_z [N]	128,8723	131,3336	133,5692	134,6480	135,8307	132,85	132,07
							SD F_z [N]	0,7806	0,7887	0,7422	0,4192	0,3414	0,61	0,61
							M F_DS [N]	15,3456	20,5583	20,3857	20,9758	22,6909	19,99	18,86
							SD F_DS [N]	0,9027	0,9722	0,8608	0,4175	0,4863	0,73	0,69
							M a_v [mG]	-19,3911	-18,6743	-20,8507	-15,0904	-16,1415	-18,03	-16,97
							SD a_v [mG]	34,6759	33,9805	32,9002	12,3794	11,7841	25,14	24,69
							SD a_h [mG]	14,4202	14,1726	13,9490	4,1318	3,9831	10,13	9,95
							s_v [mm]	0,2851	0,2678	0,2930	0,1559	0,2221	0,24	0,28
							s_h [mm]	0,2646	0,3528	0,1449	0,1134	0,1985	0,21	0,24
							s_XY [mm]	0,4517	0,5118	0,3684	0,2308	0,3563	0,38	0,42
							F_abz [%]	97,2252	98,9346	100,6227	98,5502	99,1661	98,90	98,79

Das umfassende Zahlenprotokoll (siehe Tabelle 2) wird ergänzt durch ein Netzdiagramm (siehe Abbildung 5), in dem die Zahlenwerte der einzelnen Serien für die Anschläge liegend und stehend, mit und ohne physische Vorbelastung in sehr übersichtlicher Form dar-

gestellt sind. Der Trainer, der vornehmlich mit dieser Auswertung arbeitet, erkennt auf dem ersten Blick, die Stärken und Schwächen seines Sportlers in entscheidenden Leistungsparametern des Schießens. Der fettgezeichnete (blaue) Kreis stellt die Normwerte für die einzelnen Parameter mit 100% dar. Schlechtere Leistungsdispositionen sind prozentual so berechnet, dass diese außerhalb dieses Kreises und bessere innerhalb des Kreises liegen. Welche konkreten Zahlenwerte sich hinter dieser Darstellungsform verbirgt, kann im Protokoll nachgelesen werden. Als Berechnungsgrundlage für die Normwertorientierungen dienten die gemessenen Parameter bei Trefferergebnissen im Ringbereich zehn und neun.

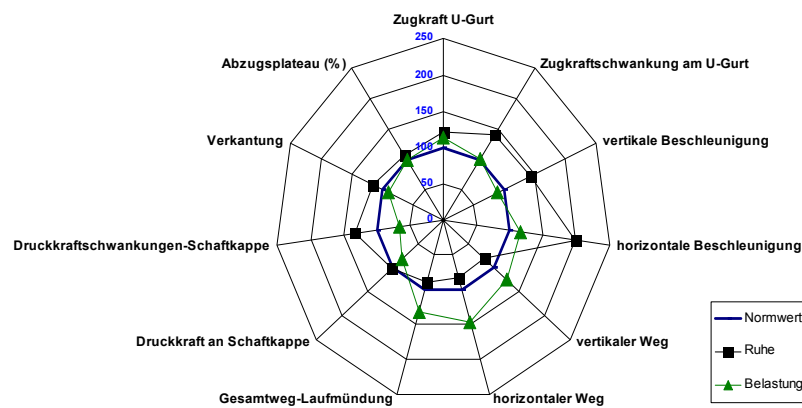


Abb. 5: Netzdiagramm für die Trainerauswertung/Testergebnisse einer Auswahlsportlerin vom 10. Juni 1999 in Altenberg (Anschlag Liegend/Belastung)

Als dritte Form der Auswertung werden dem Trainer Einzelwerte und Mittelwertberechnungen der gemessenen Parameter in grafischer Darstellung von der untersuchten Gruppierung (Senioren bzw. Damen oder männl./weibl. Jugend) zur Verfügung gestellt.

Mit diesen Auswertungsdokumenten wird sehr tiefgründig ein wesentlicher Teil der individuellen Schießleistungsstruktur aufgeheilt. Es werden Stärken und Schwächen des Sportlers erkannt und Leistungsentwicklungen einzelner Parameter sind nachvollziehbar.

4 Zusammenfassung

Mit der Entwicklung eines neuen Schießmessplatzes ist es erstmals möglich, unter biathlonspezifischen Schießbedingungen (50 m, Reihenanzordnung der Scheiben, eigenes Gewehr, scharfer Schuss) leistungsbestimmende Schießtechnikparameter zu objektivieren. Ein elegantes Auswertungssystem gewährleistet unmittelbar nach Beendigung des Schießens Aussagen über Ursachen für positive oder negative Leistungsdispositionen. Daraus können individuelle Technikprofile erstellt und wichtige Informationen zur Effektivierung des Schießtrainings abgeleitet werden.

(Literaturnachweise auf Nachfrage beim Autor.)