

Längsschnittliche Diagnose der Technik und des Lernfortschritts im Bogenschießen¹

Albert Gollhofer (Projektleiter), Jürgen Edelmann-Nusser, Markus Gruber

Universität Freiburg im Breisgau
Institut für Sportwissenschaft

1 Problem

Der Bewegungsablauf eines Schusses mit einem Recurve-Bogen (vgl. Abb. 1) lässt sich von außen betrachtet folgendermaßen beschreiben (vgl. Edelmann-Nusser & Gollhofer, 1998): Der Schütze spannt den Bogen, fixiert in der Schussauslage, zieht den Pfeil bis zum Klicker und erfasst das Ziel mit dem Visier. Danach zieht er den Pfeil über den Klicker und schießt. Dazu löst er die Hand von der Bogensehne, wodurch das statische Gleichgewicht zwischen den äußeren Spannkraften des Bogens und dem muskulären System des Schützen schlagartig aufgelöst wird. Zu diesem Zeitpunkt haftet der Pfeil noch an der Bogensehne, so dass jede Bewegung des Bogens bis zum Lösen des Pfeils von der Sehne an den Pfeil übertragen wird und damit das Trefferergebnis beeinflusst.

Das Ziel dieser Untersuchung ist es, die Bewegung des Bogens während des Zielvorganges bis zum Lösen des Pfeils von der Sehne bei Schützen auf hohem Leistungsniveau im Längsschnitt zu untersuchen.

¹ VF 0407/07/03/2001

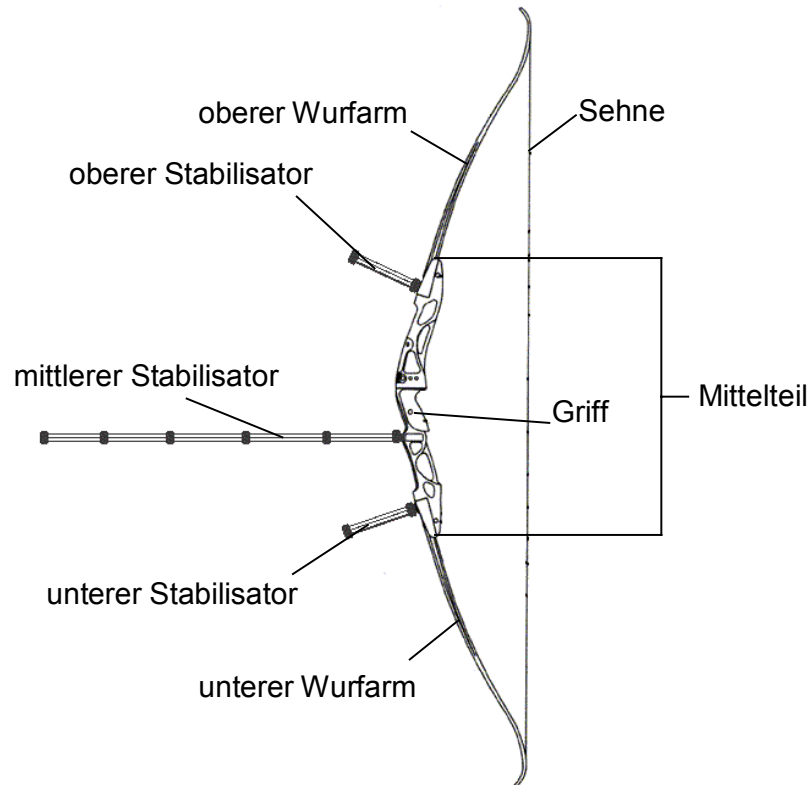


Abb. 1: Recurve-Bogen mit Stabilisatoren

2 Methoden

Da die Bewegung des Bogens beim Zielen und Schießen sehr geringe Amplituden aufweist, ist eine Erfassung der Bewegung mittels Kinematographie oder durch Integration des Signals mittels eines am Bogen angebrachten 3D-Beschleunigungsaufnehmers nicht möglich. Deshalb wurde das System NOPTEL®, das im Pistolen- und Gewehrschießen zur Verwendung kommt, so modifiziert, dass es auch im Bogenschießen anwendbar ist: Das System NOPTEL® besteht aus einer im Infrarotbereich Licht emittierenden und empfangenden Einheit. Im Pistolen- und Gewehrschießen wird das NOPTEL®-System einfach am Lauf der Waffe angebracht und zwei bis drei Reflektoren symmetrisch um die Zielscheibe gruppiert. Der Zielscheibenmittelpunkt muss dabei näherungsweise mit dem optischen Schwerpunkt der Reflektoren übereinstimmen. Das System kann dann auf der Basis des reflektierten infraroten Lichts die Bewegungen des Zielpunktes der Waffe beim Zielvorgang und beim Schuss aufzeichnen. Der Schuss selbst wird über den Körperschall, den der Knall an der Waffe erzeugt, detektiert.

Zur Befestigung des NOPTEL®-Systems im Bogenschießen bietet sich der mittlere Stabilisator (vgl. Abb. 1) an. Die Richtung, in die dieser zeigt, stimmt jedoch im allgemeinen

nicht mit der Richtung überein, in die der Pfeil abgeschossen wird. Zur Bestimmung der Richtung, in die das NOPTEL®-System zeigt, wurde deshalb ein sichtbarer Laser an dem System angebracht (vgl. Abb. 2). Dieser wird nach der Montage des Systems am Bogen eines Schützen für drei bis vier Schüsse eingeschaltet, wodurch der Projektionspunkt des optischen Systems bestimmt wird. Hierauf werden die Reflektoren symmetrisch um den Projektionspunkt gruppiert, so dass der Projektionspunkt näherungsweise, mit einem Positionierungsfehler von ca. 5 cm, dem optischen Schwerpunkt der Reflektoren entspricht. Dieser Positionierungsfehler kann dann nach weiteren Schüssen auf Basis des Vergleichs der realen Trefferergebnisse mit den vom System NOPTEL® berechneten Trefferergebnissen noch softwareseitig kompensiert werden.

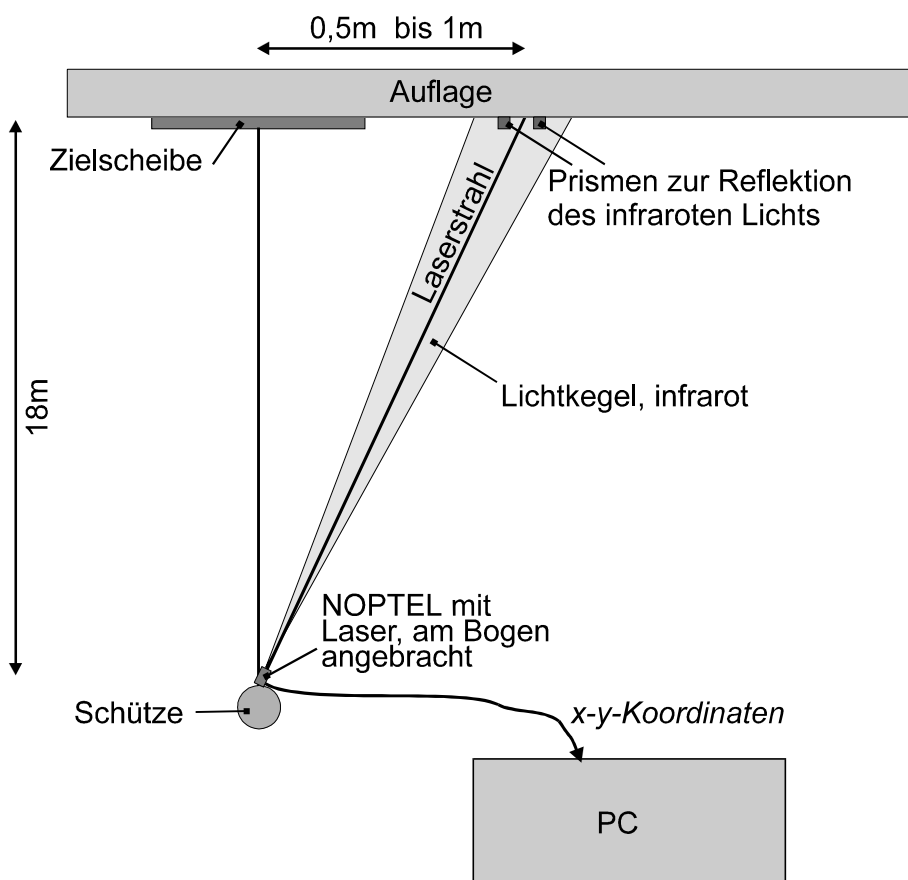


Abb. 2: Schematische Darstellung des NOPTEL®-Systems mit zusätzlichem Laser

Um den Projektionspunkt des infraroten Lichtkegels zu bestimmen wird ein Laser benutzt. Damit können die reflektierenden Prismen so um den Projektionspunkt herum angebracht werden, dass der Projektionspunkt näherungsweise dem optischen Schwerpunkt der Prismen entspricht. Auf der Basis des reflektierten infraroten Lichts kann die Bewegung des Zielpunktes des Bogens in zwei Dimensionen bestimmt werden.

Die Eigenschaft des NOPTEL®-Systems, beim Pistolen- oder Gewehrschießen den Knall beim Abschuss detektieren zu können, kann durch entsprechende Montage des Systems auch beim Bogenschießen genutzt werden: Bringt man das System im Bereich eines Schwingungsbauches des Bogenstabilisators an, so reagiert es mit einer Verzögerung von ca. 15 ms auf die starken mechanischen Schwingungen des Stabilisators unmittelbar nach dem Lösen des Pfeils von der Bogensehne in gleicher Weise wie auf den Knall eines Schusses (vgl. Edelmann-Nusser et al., 1999).

Probanden: Es wurden insgesamt 29 Schützen des B- und C-Kaders untersucht.

Für jeden Schützen wurden 30 Schüsse auf 18 m Distanz aufgezeichnet und das sogenannte Haltefenster innerhalb der letzten Sekunde vor dem Abschuss bestimmt: Das Haltefenster beschreibt die Abweichungen vom Zentrum der Zielscheibe in horizontaler und vertikaler Richtung und wird über die Standardabweichung berechnet. Als Berechnungseinheit dient der Abstand zwischen den Ringen der Zielscheibe. Die Untersuchungen fanden im April und November 2001 statt.

3 Ergebnisse

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen typische Bewegungstrajektorien des Zielpunktes zweier Schützen.

Man kann aus den Abbildungen unterschiedliche Strategien der beiden Schützen erkennen: Während Schütze 1 (siehe Abb. 3) relativ lange im Ziel „steht“ (über die kompletten 2 Sekunden bewegt sich der Zielpunkt innerhalb von Ring 8) und dann den Schuss auslöst, beginnt bei Schütze 2 (siehe Abb. 4) die Messung erst 1,21 Sekunden vor dem Abschuss während der Schütze das Ziel noch sucht. Schütze 2 steht nicht einmal während der letzten Sekunde ruhig im Ziel, sondern löst den Schuss gewissermaßen sofort nach der Erfassung des Ziels aus. Daraus ergibt sich für den Schützen 2 eine deutlich größere Bewegungsgeschwindigkeit des Zielpunktes und eine deutlich größere Bewegungsamplitude (der Zielpunkt bewegt sich in der letzten Sekunde noch bis Ring 6 vom Zentrum weg).

Diese typischen Merkmale der beiden Zielvorgänge waren von ihrer prinzipiellen Charakterisierung her nicht nur für diese beiden Schützen intraindividuell im Längsschnitt stabil, sondern auch bei jedem der anderen untersuchten Schützen war eine der beiden Strategien beim Zielvorgang zu beobachten:

Vier Schützen zeigten einen sehr kurzen Zielvorgang, beim dem sofort nach der Erfassung des Ziels der Schuss ausgelöst wird, die anderen Schützen wiesen einen Zielvorgang auf, bei dem nach der Erfassung des Ziels versucht wird, im Ziel ruhig zu stehen, das Ziel

stabil im Visier zu behalten und erst dann zu schießen. Auf der vorliegenden Datenbasis konnten zwar keine signifikanten Aussagen darüber gemacht werden, welche der Strategien zu einem besseren Trefferergebnis führt, die Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass die Strategie „ruhig im Ziel stehen“ die erfolgreichere sein dürfte.

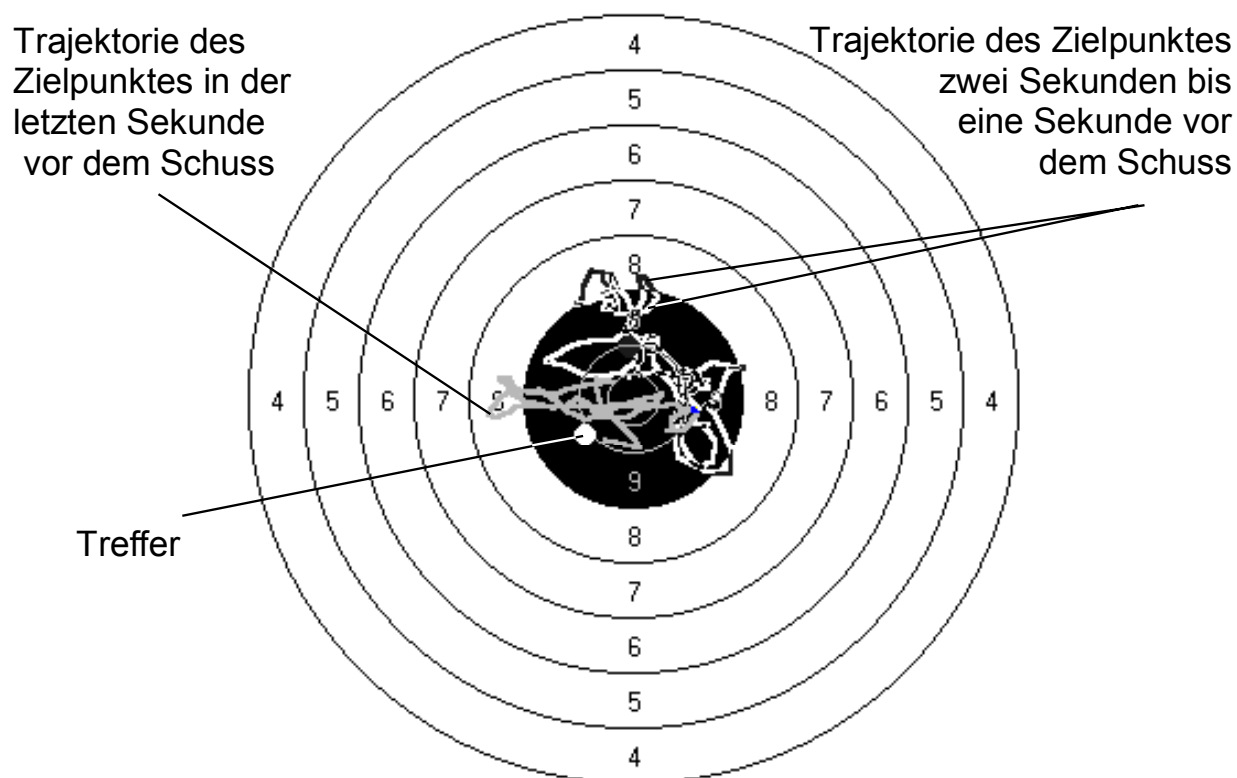


Abb. 3: Bewegungstrajektorie und Trefferergebnis (10 Ringe) eines B-Kader-Schützen (Schütze 1), der an den Olympischen Spielen in Sydney teilgenommen hat. Der Treffer ist mit einem weißen Punkt auf der Zielscheibe markiert, die Trajektorie des Zielpunktes in der letzten Sekunde vor dem Abschuss ist grau dargestellt und die Trajektorie zwei Sekunden bis eine Sekunde vor dem Abschuss ist weiß bzw. schwarz dargestellt

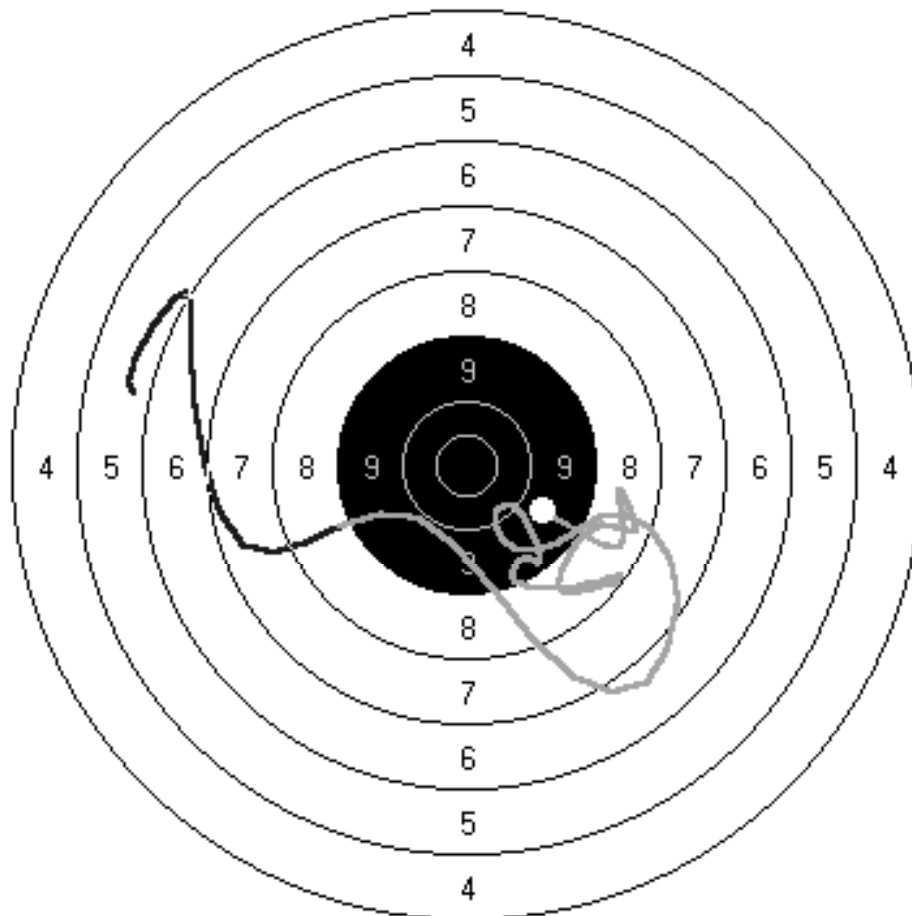


Abb. 4: Bewegungstrajektorie und Trefferergebnis (9 Ringe) eines anderen B-Kader-Schützen (Schütze 2). Die Darstellung erfolgt analog zu Schütze 1, allerdings konnte die Trajektorie des Zielpunkts erst 1,21 Sek. vor dem Abschuss erfasst werden.

Im Zeitraum unmittelbar vor dem Lösen des Pfeils von der Bogensehne konnten frühere Untersuchungsergebnisse (vgl. Edelman-Nusser & Gollhofer, 1999; Edelman-Nusser et al., 1999) bestätigt werden: Jeder Schütze zeigt unmittelbar vor dem Lösen des Pfeils von der Sehne, nach oder im Moment der Auflösung des statischen Kräftegleichgewichts, mit Ausnahme weniger einzelner Schüsse, eine Bewegung des Bogens. Diese Bewegung erfolgt bei den meisten Rechts-Schützen von der Tendenz her nach links, bei Links-Schützen nach rechts. Ein individuell gutes Trefferergebnis über viele Schüsse dürfte das Resultat einer stets präzise reproduzierten kleinen Bewegung des Bogens unmittelbar vor dem Lösen des Pfeils von der Sehne sein.

Der Untersuchungsteil bezüglich der Haltefenster in der letzten Sekunde vor dem Schuss führte zu folgenden Ergebnissen:

Bei allen bis auf einen Schützen ist das Haltefenster in horizontaler Richtung signifikant größer (5 % Niveau) als in vertikaler Richtung. Dies bedeutet, dass die Bewegung des Zielpunktes vor dem Abschuss nicht nur im Zeitraum unmittelbar vor dem Lösen des Pfeils von der Sehne sondern auch während des Zielvorganges primär durch horizontale Auslenkungen gekennzeichnet ist. Dies ist auch in den Abbildungen 3 und 4 zu erkennen. Ein Zusammenhang zwischen individuellen mittleren Trefferergebnissen und der mittleren Größe der Haltefenster im Sinne eines Lernfortschritts im Rahmen des Längsschnitts war nicht zu erkennen.

4 Literatur

- Edelmann-Nusser, J. & Gollhofer, A. (1998). Bewegungsregulation beim Bogenschießen und Taskzustandsdiagramme. *Spectrum der Sportwissenschaften* 10 (1), 74-91.
- Edelmann-Nusser, J. & Gollhofer, A. (1999). Prozessbegleitende Trainingsforschung im Bogenschießen. In A. Hohmann, E. Wichmann & K. Carl (Hrsg.), *Feldforschung in der Trainingswissenschaft* (S. 148-166). Köln.
- Edelmann-Nusser, J., Gruber, M., Gollhofer, A. & Gros, H.-J. (1999). Komplexe Leistungsdiagnostik im Bogenschießen. *Leistungssport* 29 (2), 47-54.

