
Trainingswirkungsanalysen und prozessbegleitende Leistungsdiagnostik im Bogenschießen

Nico Ganter¹, Jürgen Edelmann-Nusser²(Projektleiter),
Kerstin Witte¹ & Synke Giggel¹

¹ Universität Magdeburg, Institut für Sportwissenschaft

² TU Darmstadt, Institut für Sportwissenschaft

1 Problem

Im Leistungssport ist es das Ziel der Trainingssteuerung, planerische Sollwerte in trainingspraktische Istwerte umzusetzen. Die Istwerte werden dabei über eine Trainingsprotokollierung, bei der das absolvierte Training in geeigneten Kategorien dokumentiert wird, und über die sportliche Leistung erfasst. Die Bestimmung der sportlichen Leistung erfolgt entweder über spezielle leistungsdiagnostische Maßnahmen oder über die Wettkampfleistung selbst. Von hohem Interesse sowohl für den Trainer als auch aus wissenschaftlicher Sicht sind anschließende Trainingswirkungsanalysen: Diese stellen eine computergestützte Auswertung der Leistungsdaten und der Daten aus der Trainingsprotokollierung dar und dienen zur Beschreibung der Zusammenhänge von Trainingsinput und Leistungsoutput. Von Interesse sind hierbei Fragen zur Optimierung und Ökonomisierung von Trainingsprozessen oder die Modellierung und Prognose von Wettkampfleistung.

Ziel dieses Forschungsprojektes war es, im olympischen Bogenschießen trainingsbegleitende leistungsdiagnostische Maßnahmen einzusetzen und in Verbindung mit der Trainingsdokumentation der einzelnen Schützen, die die Trainingsinhalte und die Trefferergebnisse im Training umfassen, sowie unter Einbeziehung von Wettkampfergebnissen und Leistungskontrollen Trainingswirkungsanalysen zu erstellen. Diese sollen die Basis für eine mögliche Optimierung des Trainingsprozesses für jeden einzelnen Schützen bilden.

2 Methode

Im Rahmen der prozessbegleitenden Leistungsdiagnostik wurden insgesamt 20 Kaderathleten (8 männlich, 12 weiblich) untersucht. Diese teilen sich weiter auf in 9 B-Kader-, 7 C-Kader-, 2 D/C-Kader- und 2 D-Kader-Schützen (Stand: Anfang 2006). Dabei ging es im Rahmen einer Statusdiagnostik zunächst darum, einen repräsentativen Querschnitt im Hinblick auf das verwendete Instrumentarium an leistungsdiagnostischen Maßnahmen für die aktuell national führenden Schützen zu gewinnen. Für die längsschnittlichen Leistungs-

diagnostikmaßnahmen kamen aufgrund ihrer regelmäßigen örtlichen Verfügbarkeit am OSP Berlin 10 Schützen in Frage.

Im Untersuchungsjahr wurden insgesamt sechs Messungen durchgeführt, wobei nicht jeder Schütze an jedem Messtermin anwesend war. Als Instrumentarium leistungsdiagnostischer Maßnahmen zur Technikdiagnostik im Bogenschießen wurden folgende Verfahren/Systeme eingesetzt: 1) System Noptel zur Erfassung der Bogenbewegung beim Zielvorgang und Lösen des Schusses, 2) System zur Erfassung des zeitlichen Verlaufs der Auszugslänge, 3) Elektromyografie des m. trapezius pars transversa der Zugarmseite und 4) Erfassung der Zeitdauer zwischen Klicker und Schuss (vgl. Edelmann-Nusser et al., 2006a, 2006b).

Trainingswirkungsanalysen

Das Training wurde von den Schützen anhand der quantitativen Trainingskategorien wöchentlich dokumentiert. Dabei wurden nach Trainerbeurteilung folgende Kategorien festgelegt:

- Schießen Stiltraining auf 5 m (Anzahl der Schüsse)
- Schießen Stiltraining auf Wettkampferfernung (Anzahl der Schüsse)
- Schießen Trefferbildtraining auf Wettkampferfernung (Anzahl der Schüsse)
- Krafttraining (Umfang in Minuten)
- Ausdauertraining (Umfang in Minuten)
- Mentales Training (Anzahl Einheiten)

Zur Quantifizierung der Leistungsfähigkeit wurden von den Athleten die Ergebnisse der Leistungskontrollen im Training und die Wettkampfergebnisse herangezogen. Da das Bogenschießen durch eine Vielzahl von unterschiedlichen Schussentfernungen und Schusszahlen im Wettkampf, mit verschiedenen Scheibendurchmessern und zudem noch durch einen Wechsel von Hallen- und Freiluftsaison gekennzeichnet ist, wurden die Leistungswerte jeweils auf einen Referenzwert (Deutscher Rekord) bezogen und auf eine Punkteskala, ähnlich der LEN-Skala im Schwimmen, mit Maximalwert 1.000 transformiert.

Für die einzelfallbezogenen Trainingswirkungsanalysen wurde in Anbetracht der vorhandenen Datenbasis auf ein antagonistisches Modell zurückgegriffen. Mit dem PerPot-Metamodell (Perl, 2001) lassen sich auf der Basis der Zeitreihen von Trainingsbelastung und Leistungswerten Verzögerungsparameter (DS und DR) bestimmen, die den modellinternen Fluss vom Belastungs- bzw. Entwicklungspotential in das Leistungspotential beschreiben. Im ersten Schritt muss die Güte der individuellen Modellanpassung beurteilt werden, z. B. durch die Analyse der zeitlichen Stabilität der Modellparameter und der Abweichungen der simulierten von den realen Leistungswerten. Mit dem nun individuell

kalibrierten Modell lassen sich sowohl qualitative Analysen durchführen, z. B. für besondere Phasen im Trainingsprozess (z. B. Leistungseinbrüche oder Leistungssprünge), das Modell kann aber auch simulativ-quantitativ im Sinne einer Prognose von Leistungswerten bei bekannter Trainingsbelastung als auch einer Optimierung der Trainingsbelastung eingesetzt werden. Eine Anwendung im Radfahren findet sich bei Ganter et al. (2006).

3 Ergebnisse

Beispielhaft für die Ergebnisse der prozessbegleitenden Technikdiagnostik sind die mittleren Haltefenster von drei Schützen, als Maß für die Bewegung des Bogens unmittelbar vor dem Abschuss (letzte Sekunde) in Abbildung 1 für mehrere Untersuchungstermine dargestellt. Bei allen Schützen zeigt sich eine größere Auslenkung in horizontaler Richtung. Die Schützen links (B/C-Kader) und Mitte (C-Kader) zeigen eine sehr stabile Zielbewegung. Das Haltefenster wird bei nahezu allen Messterminen sehr genau reproduziert. Der Schütze rechts (C/D-Kader) zeigt eine sichtbare Verringerung des Haltefensters und damit auch der Bogenbewegung bei den letzten beiden Messterminen, was als Leistungsverbesserung zu interpretieren ist und sich auch in einem verbesserten Trefferdurchschnitt vom Januar (8,6) zum November (9,6) äußert.

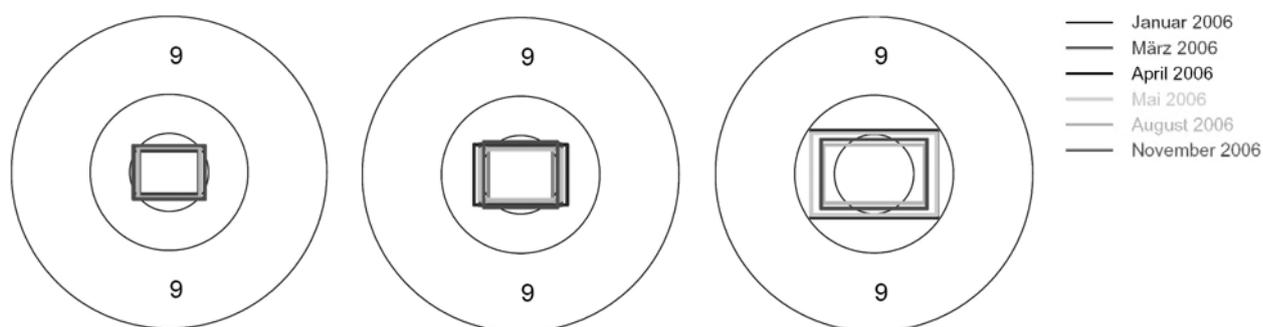


Abb. 1: Mittlere Haltefenster dargestellt auf einer 30m-Zielauflage (nur Ringe 9 und 10) von drei Schützen bei mehreren Messterminen (farbliche Abstufung)

Eine Modellierung des Leistungsverlaufs eines C-Kader-Athleten über einen Zeitraum von 32 Wochen (16 Zeiteinheiten) mit zugehöriger Trainingsbelastung (Kategorie Trefferbildtraining) und einer Prognose der letzten vier Leistungswerte zeigt Abb. 2.

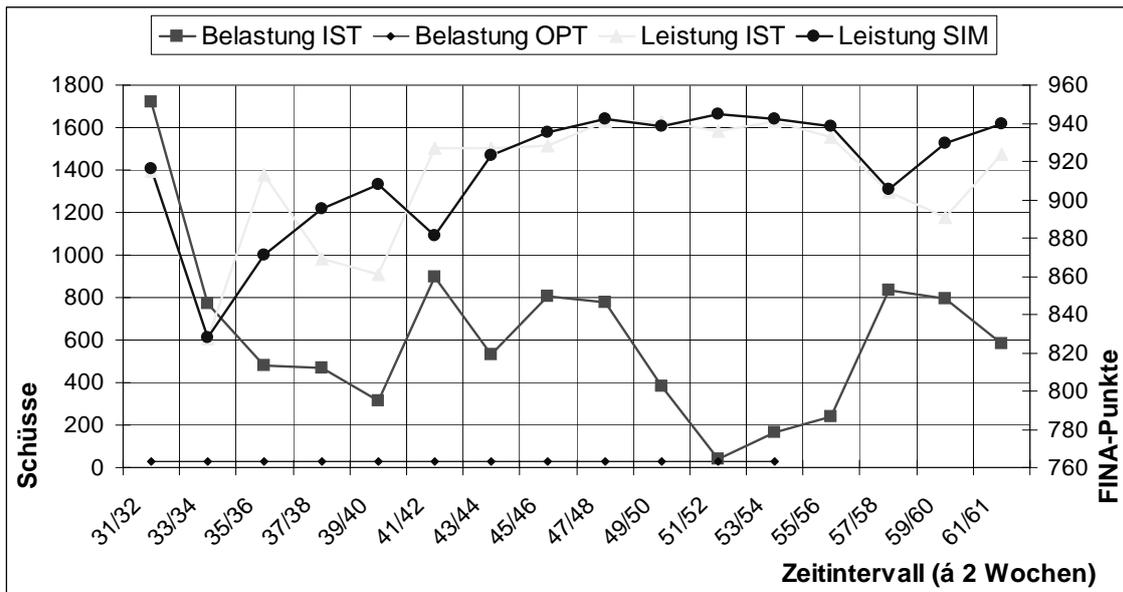


Abb. 2: PerPot-Modellierung des Leistungsverlaufs eines C-Kader-Schützen über 32 Wochen (16 Zeiteinheiten) mit Prognose der letzten vier Leistungswerte

Qualitativ ist die Leistungsanpassung zu Beginn des Zeitraums bedingt durch das Einschwingen des Modells eher unbefriedigend, stellt sich aber im weiteren Verlauf besser dar. Betrachtet man die letzten vier „prognostizierten“ Leistungswerte, stellt sich qualitativ ein beachtlich gutes Ergebnis dar. Die hohe Leistungsausprägung im Zeitintervall 13 wird vom Modell abgebildet, genauso wie der deutliche Leistungsabfall im Intervall 14. Den realen Leistungsanstieg vom Zeitintervall 15 zu 16 bestimmt das Modell zu „früh“, bildet aber die hohe Leistungsausprägung im letzten Zeitintervall ab. Quantitativ sind die Abweichungen von prognostizierten und realen Leistungswerten vereinzelt als eher hoch zu bewerten. Für die anderen Schützen ergeben sich zum Teil unterschiedliche Ergebnisse.

4 Diskussion

Mit dem vorhandenen Datenmaterial der untersuchten Schützen zeigen die durchgeführten Trainingswirkungsanalysen unterschiedliche Resultate. Neben Problemen der komplexen Wirkungseinflüsse auf die aktuelle Leistungsausprägung und der Schwierigkeit, Trainingsbelastungen und Leistungen zu quantifizieren, spielen hier auch Faktoren wie die Stabilität des Leistungsniveaus des Athleten eine Rolle und führen zu individuellen Ergebnissen. Nach einer tiefgreifenden Analyse und Beurteilung der Güte der individuellen Modellanpassungen lassen sich antagonistische Trainingswirkungsmodelle (PerPot) für simulative Zwecke, z. B. Prognose des Leistungsverlaufs oder Optimierung der Trainingsbelastung, einsetzen. Die Qualität solcher Prognosen oder Optimierungen ist jedoch u. a. stark von der Stabilität des individuellen Leistungsniveaus abhängig und kann

quantitativ vereinzelt hohe Abweichungen ergeben. Qualitativ können Veränderungen – wie besondere Leistungsentwicklungen oder einzelne Phasen im Trainingsprozess – näher auf ihre Ursachen, bezogen auf die individuelle Belastungsgestaltung, untersucht werden.

Mit Hilfe der trainingsbegleitenden Leistungsdiagnostikmaßnahmen lassen sich zusätzlich nicht nur langfristige Entwicklungen im Leistungsverlauf dokumentieren, es können z. B. auch kurzzeitige Veränderungen (Verschlechterungen) im Technikbild diagnostiziert werden, welche dann entsprechende regulierende Trainingsmaßnahmen erfordern.

5 Literatur

- Edelmann-Nusser, J., Heller, M., Hofmann, M. & Ganter, N. (2006a). Measurement of draw-length alterations in the final pull in archery. In E. F. Moritz & S. Haake (Eds.), *The engineering of sport 6 Volume 2* (pp. 93-98). New York: Springer.
- Edelmann-Nusser, J., Heller, M., Hofmann, M. & Ganter, N. (2006b). On-target-trajectories and the final pull in archery, *European Journal of Sport Science*, 6 (4), 213-222.
- Ganter, N., Witte, K. & Edelmann-Nusser, J. (2006). Einsatz von antagonistischen Trainings-Wirkungs-Modellen zur Leistungsprädiktion im Radfahren. In J. Edelmann-Nusser & K. Witte (Hrsg.), *Sport und Informatik IX* (S. 43-48). Aachen: Shaker.
- Perl, J. (2001). PerPot : A Metamodel for Simulation of Load Performance Interaction. *Electronic Journal of Sport Science*, 1, No. 2.

