

Trainingswirkungsanalysen und prozessbegleitende Leistungsdiagnostik im Bogenschießen

Nico Ganter, Synke Giggel, Kerstin Witte &
Jürgen Edelmann-Nusser (Projektleiter)

Universität Magdeburg, Institut für Sportwissenschaft

Problem

Das Hauptziel des Trainingsprozesses im Bogenschießen besteht in der optimalen Ausbildung der komplexen Wettkampfleistung. Dazu erfolgt im Training der Einsatz von allgemeinen und spezifischen Trainingsmitteln. Die Belastungsstruktur der spezifischen Trainingsinhalte wird dabei hauptsächlich über die Anzahl der geschossenen Pfeile reguliert. Eine erfolgreiche Trainingssteuerung schließt neben der ausführlichen Trainingsplanung auch eine detaillierte Dokumentation der Trainingsinhalte und des Leistungsverlaufs mit ein. Unter trainingswissenschaftlichem Aspekt ist eine anschließende Modellierung des Leistungsverlaufs von besonderem Interesse, um die Auswirkungen der verschiedenen Trainingsinhalte auf die Leistungsentwicklung abschätzen zu können.

Das Ziel der Untersuchung war die Modellierung des Leistungsverlaufs im Olympischen Bogenschießen auf der Grundlage von Trainings- und Wettkampfdokumentationen der Bogenschützen mit einem antagonistischen Trainingswirkungsmodell (PerPot) und Neuronalen Netzen.

Methode

Die Modellierungen des Leistungsverlaufs erfolgten für sieben Schützen über einen Zeitraum von mehr als 2 Jahren (1 A-Kader, 6 B-Kader; Kaderstatus zum Ende des Untersuchungszeitraums: 3 Schützen konnten ihren Kaderstatus während des Untersuchungszeitraums verbessern). Als Datenbasis diente eine quantitativ kategoriale Trainingsprotokollierung in sieben Kategorien:

- Stil5m: Schießen Stiltraining auf 5 m (Anzahl der Pfeile)
- StilWK: Schießen Stiltraining auf Wettkampferfernung (Anzahl der Pfeile)
- TrWK: Schießen Trefferbildtraining auf Wettkampferfernung (Anzahl der Pfeile)
- TrLKWK: Schießen Leistungskontrolle und Wettkampf (Anzahl der Pfeile)
- KT: Krafttraining (Umfang in Minuten)
- AT: Ausdauertraining (Umfang in Minuten)
- MT: Mentales Training (Anzahl Einheiten)

Die aktuelle Leistung wurde über die Ergebnisse von Leistungskontrollen im Training und über Wettkampfergebnisse erfasst. 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 Trefferergebnisse in

Bezug zu einem disziplinspezifischen Referenzwert auf eine Punkteskala (Referenzwert = 1000 Punkte) transformiert.

Für die Modellierungen des Leistungsverlaufs wurden ein antagonistisches Trainingswirkungsmodell (PerPot; Perl, 2001) und Neuronale Netze eingesetzt. Für das PerPot-Modell ergab sich die Gesamtbelastung des spezifischen Trainings als Gesamtzahl der pro Woche geschossenen Pfeile. Als Leistungswert wurde das Ergebnis der Leistungskontrolle oder des Wettkampfes für jede Trainingswoche verwendet. Die individuelle Modellkalibrierung erfolgte mit zeitveränderlichen Modellparametern, die für jeden Saisonabschnitt (Halle und Freiluftsaison) neu bestimmt wurden. Eine Modellvalidierung musste individuell über den Vergleich von modelliertem und realem Leistungsprofil erfolgen.

Für die Modellierung mit Hilfe von Neuronalen Netzen wurde ein Multilayer-Perceptron (MLP) eingesetzt, welches den Einfluss des Trainings in den sechs verschiedenen Trainingskategorien (außer Kategorie MT) in den letzten vier Trainingswochen auf die darauf folgende Leistung berücksichtigt. Insgesamt ergaben sich dabei drei Modelle: Ein Modell, welches das Training der Wochen 4 und 3 vor dem Wettkampf (der Leistungskontrolle) berücksichtigt; Ein Modell, welches das Training der Wochen 2 und 1 vor dem Wettkampf (der Leistungskontrolle) berücksichtigt und ein Gesamtmodell, welches aus dem Mittelwert der Ergebnisse der beiden vorhergehenden Modelle berechnet wird.

Die Netzmodelle konnten dann mit einer Kreuzvalidierung nach dem „leave-one-out“-Verfahren individuell überprüft werden. Das Training des Netzes mit dem Trainingsdatensatz erfolgte dazu über 5000 Trainingsschritte.

Ergebnisse

Der mit dem PerPot modellierte Leistungsverlauf für einen Schützen (S3) findet sich in Abb. 1. Die mittlere Abweichung des Modells beträgt für diesen Schützen 40,3 Punkte bzw. 4,6 % (vgl. Tab. 1, links). Dies würde ausgehend von der mittleren Leistung des Schützen einer Abweichung von etwa 19 Ringen auf der großen FITA-Runde (144 Pfeile) bzw. 5 Ringen bei 36 Pfeilen auf 18 m Entfernung in der Halle entsprechen.

Für die restlichen Schützen liegen die mittleren Abweichungen der PerPot-Modellanpassungen zwischen 22 und 27 Punkten (bzw. 2,5 bis 3,0 %) und ergeben damit Determinationskoeffizienten (r^2) von 0,19 bis 0,63 (vgl. Tab. 1, links).

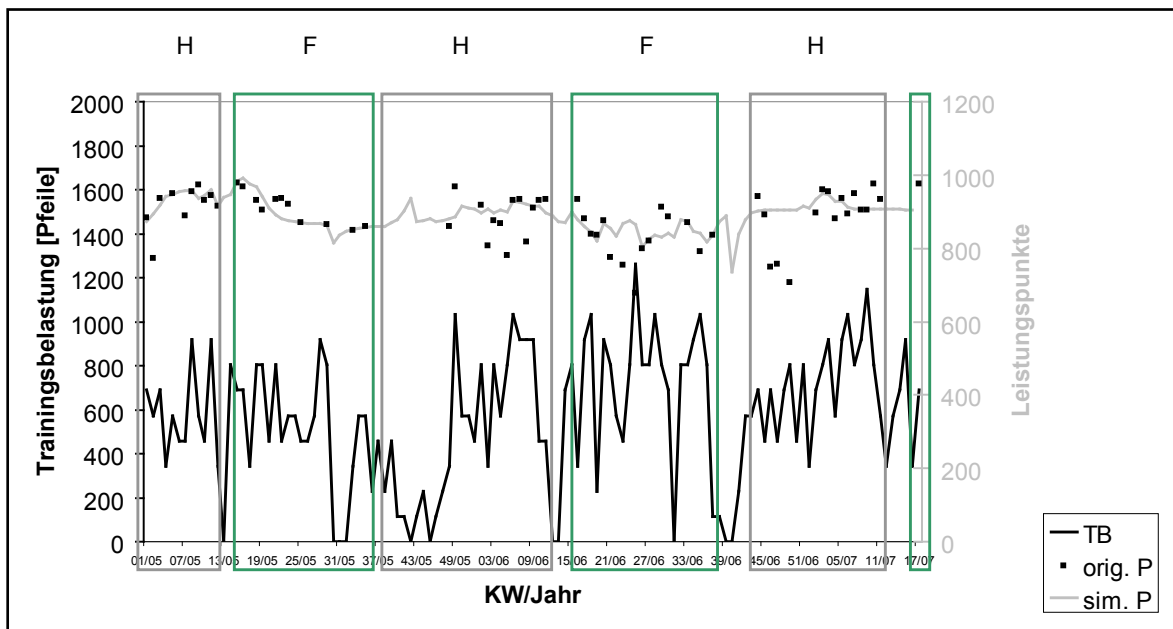


Abb. 1: PerPot: Modellierung des Leistungsverlaufs für Schütze S3: Darstellung der realen Leistungswerte (orig. P), der simulierten Leistungswerte (sim. P) und der Trainingsbelastung (TB). Die Abschnitte Hallensaison (H) und Freiluftsaison (F) sind grau umrandet.

Unter Verwendung der Neuronalen Netzmodelle ergeben sich für die Schützen mittlere Abweichungen der Modellanpassungen zwischen 29 und 47 Punkten (bzw. 3,3 bis 5,3 %) und Determinationskoeffizienten (r^2) zwischen 0,10 bis 0,21 (vgl. Tab. 1, rechts).

Tab. 1: Mittlere Abweichungen (Abw.) der individuell für die Schützen (S1 bis S7) kalibrierten Modelle vom realen Leistungsverlauf in Punkten und prozentual. Der Determinationskoeffizient r^2 gibt die Güte des Modells an (n: Anzahl der Leistungswerte). Links: PerPot, Rechts: Neuronale Netze (Gesamtmodell).

	PerPot				Neuronale Netze			
	n	Abw. [Punkte]	Abw. [%]	r^2	n	Abw. [Punkte]	Abw. [%]	r^2
S1	72	27,7	3,0	0,19	72	36,7	4,0	0,10
S2	56	27,5	3,0	0,46	50	43,8	4,9	0,13
S3	66	40,3	4,6	0,25	63	47,4	5,3	0,10
S4	61	24,9	2,7	0,50	58	39,4	4,3	0,16
S5	64	23,2	2,6	0,26	62	29,2	3,3	0,10
S6	65	22,1	2,5	0,41	69	34,3	3,9	0,10
S7	56	25,0	2,8	0,63	50	42,8	4,8	0,21

Diskussion

Als Datenbasis für die vorgestellten Trainingswirkungsanalysen im Olympischen Bogenschießen dienten die Trainings- und Leistungsdokumentationen der Schützen. Problematisch gestaltet sich dabei neben einer adäquaten Erfassung der Trainingsinhalte auch eine vergleichbare Quantifizierung der aktuellen Leistungsausprägung im Trainingsprozess über Wettkampf- und Leistungskontrollergebnisse. Die Ergebnisse der PerPot-Modellierung zeigen Modellanpassungen mit mittlerer Qualität und es verwundert nicht, dass insbesondere kurzfristige Leistungsveränderungen kaum abgebildet werden können. Insgesamt scheint sich das PerPot-Modell damit eher für die grobe Planung der Gesamtbelastung der spezifischen Trainingsinhalte im Hochleistungstraining zu eignen. Die Modellierungen mit Neuronalen Netzen ergeben trotz differenzierter Berücksichtigung der Trainingsinhalte höhere Fehler und ungenügende Modellanpassungen. Die Gründe dafür dürften neben methodischen Gesichtspunkten des Verfahrens (notwendige Anzahl an Datensätzen, Konfiguration des Netzes und des Trainings) auch in den Limitierungen bei der Erfassung der Trainingsinhalte, insbesondere der Qualität des Trainings und der Leistungsausprägung liegen.

Literatur

Perl, J. (2001). PerPot: A Metamodel for Simulation of Load Performance Interaction. *Electronic Journal of Sport Science*, 1, (2).