



# WAHRSCHEINLICHKEITSRECHNUNG BEIM SPORTSCHIESSEN

FALLSTUDIE AM BEISPIEL EINES WETTBEWERBS IM DOPPELTRAP

## EINFÜHRUNG

Es ist weithin bekannt, dass im Sport das Wettgeschäft eine enorme Bedeutung hat. Zahlreiche Wettbüros bieten Wetten in beinahe allen Sportarten an. Zwei Wettarten haben sich dabei als die Gängigsten etabliert: die Vorhersage des Siegers und die Vorhersage des exakten Endergebnisses. Größeren Wettbüros ist es außerdem erlaubt, Wetten für einen gerade laufenden Wettbewerb anzubieten und die Gewinnquote entsprechend dem Wettbewerbsgeschehen zu verändern. Die Einschätzung der von den Wettbüros festgelegten Gewinnquoten setzt sich, abgesehen vom Punktestand zu einem bestimmten Zeitpunkt, aus mehr als nur einem Faktor zusammen. So spielen unter anderem die allgemeine Entwicklung des Wettbewerbs oder beispielsweise die aktuelle Platzierung des Schützen eine Rolle. In der vorliegenden

Arbeit soll untersucht werden, wie man den Gewinner und den Punktestand in einem Sportschützenwettbewerb basierend auf der Wahrscheinlichkeitstheorie vorhersagen könnte. Aufgrund der Eigenart der jeweiligen Sportart besteht eine größere Möglichkeit der akkuraten und einfachen Einschätzung der Gewinnquoten.

Schauen wir uns zunächst die Vorrunde eines Doppeltrap-Wettbewerbs an, in dem die Schützen drei Serien zu je 50 Schuss abfeuern. Jeder Schuss kann entweder ein Treffer oder ein Fehlschuss sein. Die sechs besten Schützen aus der Vorrunde kommen ins Finale und treten dann gegeneinander an. Im Finale hat jeder Schütze 50 Schuss und die Ergebnisse werden zu denen aus der Vorrunde addiert. Hat ein Schütze beispielsweise in der Vorrunde 144 Treffer von 150 möglichen Treffern erzielt und trifft 47 Mal im Finale, so kommt er auf ein

Gesamtergebnis von 191 Treffern. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Auswertung bestimmter Ergebnisse am Beispiel eines Doppeltrap-Wettbewerbs mit unerwartetem Ausgang.

## METHODE

Ist  $p$  die Wahrscheinlichkeit eines Zieltreffers und  $1-p$  die Wahrscheinlichkeit eines Fehlschusses, dann kann man die Möglichkeit von  $x$  Treffern bei  $n$  Versuchen durch folgende Gleichung ausdrücken:  $f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$ . Folglich kann man die Wahrscheinlichkeit von  $x$  Treffern bei  $n$  Versuchen durch folgende Gleichung ausdrücken:  $f(x) = \sum_{k=0}^x \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$ . Ist außerdem  $P(A)$  die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von  $A$  und  $P(B)$  die Wahrscheinlichkeit eines Eintretens von  $B$ , so entspricht die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von sowohl  $A$ , als auch  $B$ , also  $P(AB)$ , dem Produkt  $P(A) \times P(B)$ , wenn  $A$  und  $B$  unabhängig sind.

## UNTERSUCHUNGSgegenSTAND

Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ist der Doppeltrap-Wettbewerb, der im Rahmen der 49. ISSF Weltmeisterschaft in Zagreb (2006) ausgetragen wurde. Die Ergebnisse des Wettbewerbs sind auf der Webseite zu dieser Meisterschaft einzusehen. Jeder hatte somit Gelegenheit die Endergebnisse jedes Schützen sowohl nach der Vorrunde, als auch nach dem Finale sowie die Erfolgsrate jedes Schützen bei seinen 50 abschließenden Schüssen zu prüfen.

## ERGEBNISSE

Bei der ISSF-Weltmeisterschaft in Zagreb gewann der russische Schütze Vitaly Fokeev auf bemerkenswerte Art und Weise, obwohl er das schlechteste Ergebnis in der Vorrunde erzielte. Die sechs Schützen der Endrunde und ihre Vorrundenergebnisse sind in folgender Grafik zusammengestellt: Abb. 1: ISSF Weltmeisterschaft Zagreb; ENDERGEBNISSE (Vorrunde) DOPPELTRAP MÄNNER (31. Juli 2006, Start: 9:00 Uhr)1.

Anhand dieser Statistik werden wir beurteilen, wie wahrscheinlich ein Sieg des russischen Schützen war, ohne vor dem Finale auf einer Stufe mit seinen Mitstreitern zu stehen. Nehmen wir an,  $x_1$  entspricht der Trefferanzahl von Fokeev,  $x_2$  der von  $H_u$ ,  $x_3$  der von Wang,  $x_4$  der von Gerebics,  $x_5$  der von Faulds und  $x_6$  der von Richmond.

Zur Vereinfachung der Berechnung gehen wir von der Annahme aus, jeder Schütze gibt im Finale mehr als 40 Schuss ab, was bedeutet  $x_i \geq 40i = 1,2,3,4,5,6$ .

Das Abschneiden der Schützen im Finale bestimmt die Trefferwahrscheinlichkeit für jeden Schuss. In diesem Fall bedeutet dies  $140/150=0,933$  für Fokeev,  $141/150=0,940$  für Richmond und  $0,943$  für die verbleibenden vier Schützen.

Die Wahrscheinlichkeit  $P$  für Fokeev (ausgehend vom Stand vor dem Finale) den Wettbewerb zu gewinnen, wird mit folgender Gleichung berechnet: Abb. 2

Vereinfacht ausgedrückt entspricht dies der Wahrscheinlichkeit, dass Fokeev drei Treffer mehr als Wang, Hu, Gerebics und Faulds (die Schützen, die zwei Treffer mehr als Fokeev hatten) und zwei Treffer mehr als Richmond (der Schütze, der nach der Vorrunde einen Treffer mehr als Fokeev hatte) erzielt.

Mit Hilfe von Excel wurde die Wahrscheinlichkeit  $P$  auf niedriger als  $1,0\%$ ,  $P = 0,003697$ , geschätzt. Demzufolge könnte ein Wettbüro die Gewinnquote des russischen Schützen vor dem Finale auf  $\frac{1}{P} = 270,5$  festlegen. Anders gesagt, hätte jemand vor dem Finale 1 EUR auf einen Sieg von Fokeev gesetzt, so hätte er 270,50 EUR gewinnen können!

Dementsprechend ist es ziemlich einfach, die Gewinnchancen der anderen Schützen zu ermitteln. Für Wang, Hu, Faulds und Gerebics

liegt beispielsweise die Wahrscheinlichkeit eines Sieges bei nahezu  $23\%$ . Dies entspricht einer Gewinnquote von  $4,3$ , die somit viel geringer ist, als die des russischen Schützen.

Der gewaltige Unterschied in den Gewinnquoten verdeutlicht das Ausmaß der Überraschung und die überragende Leistung von Fokeev, der sich im Finale keinen Fehler erlaubte. Zur besseren Verdeutlichung könnte man zu dem vorgenannten Ergebnis hinzufügen, dass bei 270 Austragungen dieses Finales nur einmal ein Sieg des russischen Schützen zu erwarten gewesen wäre. Wohingegen die Möglichkeit eines Sieges von Wang, Hu, Faulds und Gerebics jeweils zu 57 Mal bestanden hätte.

Durch folgende ebenfalls der ISSF-Webseite entnommene Punktetafel, lässt sich der Wettbewerb gut nachvollziehen: Abb. 2: 49. ISSF Weltmeisterschaft Zagreb: Doppeltrap Männer Finale (31.7.2006, Start: 17:00 Uhr)2.

Abschließend wollen wir die Trefferwahrscheinlichkeit der letzten beiden Schüsse des russischen Schützen beurteilen. Der russische Schütze hatte nach 48 Treffern hintereinander im Finale eine Gesamtrefferzahl von 188 und kämpfte mit Hu um den Sieg. Die anderen vier Schützen hatten mit jeweils 185 Treffern keine Chance mehr auf den Gesamtsieg. Am wahrscheinlichsten

war es, dass beide Schützen jeweils zwei Treffer erzielen würden. Die Chance dafür lag bei  $79\%$ . Hus späterer Fehlschuss im letzten Versuch entsprach einer Wahrscheinlichkeit von gerade  $Mal\ 4,4\%$ .

## DISKUSSION

Der Ausgang des Wettbewerbs war definitiv unerwartet. In einem Finale spielt jedoch der psychologische Faktor eine bedeutende Rolle, und dieser lässt sich nicht einfach in Zahlen ausdrücken. Es ist bemerkenswert, dass Fokeevs Gegner eine schlechtere Leistung, als in der Vorrunde ablieferten und Fokeev selbst, trotz dem schlechtesten Vorrundenergebnis, ein fehlerfreies Finale von 50 Treffern bei 50 Schüssen

erzielte. Seine Leistung könnte auf eine geringere Stressbelastung zurückzuführen sein, weil für ihn die Führung außer Reichweite zu liegen schien. Man könnte auch die Behauptung aufstellen, dass er ein Schütze ist, der psychologischem Druck gut standhalten kann und die Fähigkeit besitzt sowie speziell darauf trainiert ist, mit schwierigen Wettkampfsituationen besonders gut zurechtzukommen. Natürlich lassen sich nur dann sichere Schlussfolgerungen über beide Vermutungen ziehen, wenn man die Ergebnisse des Schützen in wichtigen Wettkämpfen systematisch untersucht.

Die Autoren weisen darauf hin, dass für diese Arbeit verwendete Methode keinesfalls für Wettzwecke bei Sportschützenwettbewerben oder zum Erzielen eines finanziellen Vorteils sondern nur als nützliches Hilfsmittel für das Training bestimmt ist.

*Sportschießen und seine vielen Disziplinen als historischer olympischer Sport ist mehr als man in Zahlen und Gleichungen ausdrücken kann!*

**Dr. M. S. Chalikias**  
Nationale und Kapodistria Universität Athen, Abteilung für Mathematik, Panepistimiopolis, Ano Ilissia, 15784 Athen, Griechenland

**Dr. K. G. Kolovos**  
Nationale Technische Universität Athen, Abteilung für chemische Verfahrenstechnik, Labor für anorganische und analytische Chemie, 9 Heron Polytechniou St., 15773 Athen, Griechenland

ZAGREB 2006 – sensationelles Resultat: STEYR SPORTWAFFEN gewinnt bei allen Luftpistolen-Bewerben Gold!

# Alle acht Goldmedaillen sagen mehr als tausend Worte!



STEYR SPORTWAFFEN GmbH, Olympiastraße 1, A-4432 Ernstthofen  
T: +43(0)7435 / 20259-0, E: office@steyr-sportwaffen.com  
I: www.steyr-sportwaffen.com

ALL THE SYDNEY GOLD-MEDAL-WINNERS, WEARING GLASSES, HAVE USED CHAMPION PRODUCTS  
WHY SHOULD YOU TAKE A RISK AND USE SOMETHING ELSE?

R. Debevec	S. Alfrenko	F. Dumoulin	M. Grozdeva	T. Kirjakov

CHAMPION-BRILLEN  
R. Baumann  
Obereuhobstrasse 6 · CH-6341 Boar · Switzerland  
Tel. +41 41 763 05 50 · Fax +41 41 761 48 18 · www.champion-brillen.ch

**champion**