

# Fußballfieber beim Wissenschaftssommer

## Eine mathematisch-empirische Nachlese

Von Elmar Bittner, Andreas Nußbaumer und Wolfhard Janke, Institut für Theoretische Physik sowie Martin Weigel, Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz

Als einer der Aussteller beim Jahrmarkt der Wissenschaften auf dem Leipziger Augustusplatz versuchte unsere Arbeitsgruppe im Rahmen des Wissenschaftssommers vom 28. Juni bis zum 4. Juli die Grundprinzipien der Statistik und ihre Bedeutung im Alltag anhand von Fußballergebnissen den vorwiegend jungen Besuchern näher zu bringen.

Um unsere wissenschaftlichen Arbeiten spannend zu vermitteln und gleichzeitig neue Ergebnisse zu sammeln, hatten wir eine ZDF-Torwand und zwei Tischfußballgeräte in unseren Stand integriert. Durch die aktive Teilnahme von über 2500 Besuchern konnten wir etwa 1000 Ergebnisse bei den auf drei Minuten begrenzten Tischfußballspielen sammeln und „live“ vor Ort auswerten. Auch bei der Torwand war der Andrang sehr groß, was nicht zuletzt an den Originalfußbällen der EM und den T-Shirts der Universität Leipzig gelegen haben mag, die es zu gewinnen gab. Um einen der Bälle mit nach Hause zu nehmen, musste man bei sechs Schüssen auf die Torwand sechs Treffer erzielen. Diese unglaubliche Leistung vollbrachten von 1037 männlichen und 76 weiblichen Schützen immerhin vier Teilnehmer.

Die Verteilung der Treffer lässt sich (in erster Näherung) durch das Poisson- oder Binomialmodell beschreiben, dem unkorrelierte Zufallsergebnisse zu Grunde liegen. Mit anderen Worten: nach diesem Modell ist es reine Glückssache, ob ein Schuss ein Treffer ist oder nicht. Zur Ehrenrettung der Fußballer sei gesagt, dass sich die relativ hohe Anzahl von Versuchen mit vier, fünf oder gar sechs Treffern nicht mit dieser simplen Annahme erklären lässt.

Im Rahmen einer wissenschaftlichen Auswertung von Fußballergebnissen, unter anderem der deutschen Bundesliga und von Qualifikationsspielen der Weltmeisterschaften, standen wir vor einem ähnlichen Problem. Bei der Analyse von gemittelten Größen dieser Spiele, wie der Verteilung der Anzahl der Tore der Heim- beziehungs-



**Vom Fußballfieber infizierte Besucher auf dem Jahrmarkt der Wissenschaften, darunter Ex-Außenminister Klaus Kinkel (l.), Prorektor Prof. Dr. Martin Schlegel (2. v. l.) und Leipzigs Oberbürgermeister Burkhard Jung (2. v. r.). Foto: Elmar Bittner**

weise der Gastmannschaft, ergab sich, dass die Verteilungen und insbesondere deren Flanken für hohe Trefferzahlen nicht zufriedenstellend durch das Poisson- oder Binomialmodell beschrieben werden. Stattdessen können die Daten mittels weniger elementarer Verteilungen, wie der negativen Binomialverteilung oder der Extremwertverteilung, modelliert werden. Um dieses Verhalten vom Verlauf eines einzelnen Spiels aus zu verstehen, bedarf es dabei jedoch weder eines Wart- noch eines Extremalprozesses. Mittels eines modifizierten Bernoulliprozesses, der aus einem Poissonmodell und einer einfachen Komponente der Selbstverstärkung („self-affirmation“) besteht, können wir die Abweichungen zur unkorrelierten Gaußschen Statistik erklären. Die bisher verwendeten phänomenologischen Verteilungen ergeben sich dann als Spezialfälle unserer Modelle.

Zurück zur Torwand: Auch hier liefern unsere Modelle eine wesentlich bessere Beschreibung der Ergebnisse als der Pois-

sonansatz. Also war nicht der Zufall ausschlaggebend, sondern das Können und zum Teil die Hartnäckigkeit der Schützen. So nutzten zwei der vier EM-Fußball-Gewinner die Möglichkeit, stundenlang an unserer Torwand zu trainieren, bis sie die sechs Treffer in einem Versuch schafften.

Neben den Torwandergebnissen haben wir auch die Resultate der über 1000 Tischfußballspiele ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass unsere Modelle die Verteilungen der erzielten Tore wesentlich besser beschreiben als beispielsweise das Poissonmodell. Ähnlich wie bei unseren Untersuchungen zur Männer- und Frauen-Bundesliga zeigte sich auch in den Ergebnissen von weiblichen und männlichen Tischfußballern ein Unterschied. So wurden bei Spielen unter Männern im Mittel nur 6 Tore erzielt während Frauen durchschnittlich 7,5 Tore schossen. Viele Besucher verließen so unseren Stand nicht nur mit neuem Interesse für Mathematik und Statistik, sondern auch mit ein wenig Fußballfieber im Blut.