

**Unverkäufliche Leseprobe**



**David J. Hand**

**Die Macht des Unwahrscheinlichen**

Warum Zufälle, Wunder und unglaubliche  
Dinge jeden Tag passieren

288 Seiten mit 5 Abbildungen und 3 Tabellen im  
Text. Gebunden

ISBN: 978-3-406-67594-2

Weitere Informationen finden Sie hier:  
<http://www.chbeck.de/14347920>

# 1

## DAS RÄTSEL

*Das Glück bringt so manches Boot auch steuerlos heim.*

William Shakespeare, *Cymbeline* (IV,3)

### Einfach unglaublich

Der Schauspieler Anthony Hopkins sollte im Sommer 1972 eine Hauptrolle in einem Film spielen, der auf George Feifers Roman *The Girl from Petrovka* beruhte, und fuhr deshalb nach London, um sich ein Exemplar dieses Buches zu kaufen. Leider hatte keine der großen Londoner Buchhandlungen ein Exemplar vorrätig. Hopkins trat unverrichteter Dinge den Heimweg an und wartete in der U-Bahn-Station Leicester Square auf den nächsten Zug, als ihm auf dem benachbarten Sitz ein liegen gebliebenes Buch auffiel. Es war ein Exemplar von *The Girl from Petrovka*.

Als ob das nicht genug des Zufalls wäre, ging die Geschichte noch weiter. Hopkins erzählte zu einem späteren Zeitpunkt bei einer Begegnung mit dem Autor des Buches von dieser merkwürdigen Begebenheit. Feifer zeigte Interesse an der Geschichte. Er sagte, im November 1971 habe er einem Freund ein Exemplar des Buches geliehen – ein mit ganz besonderen Anmerkungen versehenes Exemplar, das Notizen zur Umstellung von Schreibweisen im britischen Englisch auf die amerikanische Lesart enthielt («labour» wird zu «labor» und so weiter), die für die Veröffentlichung einer amerikanischen Version gedacht waren. Aber sein Freund habe dieses Exemplar irgendwo im Londoner Stadtteil Bayswater verloren. Eine rasche Überprüfung der Notizen in dem von Hopkins ge-

fundenen Exemplar ergab, dass es genau das Exemplar war, das Feifers Freund verloren hatte.<sup>1</sup>

Man muss hier fragen: Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass so etwas geschieht? Eins zu einer Million? Eins zu einer Milliarde? So oder so, ein Vorgang dieser Art scheint kaum mehr glaubwürdig. Er legt eine Erklärung mit Hilfe von Kräften und Einflüssen nahe, die uns nicht bewusst sind, und bringt das Buch in einer Kreisbewegung zunächst zu Hopkins und dann zu Feifer zurück.

Hier soll nun von einem weiteren verblüffenden Ereignis berichtet werden, das in diesem Fall der Abhandlung *Synchronizität als ein Prinzip akausaler Zusammenhänge* des Psychiaters Carl Gustav Jung (1875–1961) entnommen ist. Er schreibt: «Der Schriftsteller Wilhelm von Scholz [...] erwähnt [...] den Fall einer Mutter, die von ihrem vierjährigen Söhnchen im Schwarzwald eine fotografische Aufnahme machte. Sie ließ den Film in Straßburg entwickeln. Wegen des Kriegsausbruches (1914) konnte sie den Film nicht mehr abholen. Sie gab ihn verloren. 1916 kaufte sie sich in Frankfurt am Main wieder einen Film, um von ihrem inzwischen geborenen Töchterchen eine Aufnahme zu machen. Bei der Entwicklung erwies sich der Film als doppelt belichtet: das zweite Bild war die Aufnahme, die sie 1914 von ihrem Söhnchen gemacht hatte! Der alte, nicht entwickelte Film war irgendwie unter neue Filme und so wieder in den Handel geraten.»<sup>2</sup>

Die meisten von uns werden Zufälle ähnlicher Art erlebt haben – wenn auch nicht ganz so außergewöhnliche. Sie könnten eher von der Art sein, dass man an eine bestimmte Person denkt, und das nur kurze Zeit, bevor sie anruft. Es ist seltsam genug, dass ich genau diese Art von Erfahrung machte, während ich an diesem Buch schrieb. Ein Arbeitskollege fragte mich, ob ich ihm einige Publikationen zu einem bestimmten Aspekt der statistischen Methodik empfehlen könne (zur sogenannten «multivariaten t-Verteilung»). Am folgenden Tag recherchierte ich ein bisschen zu dieser Anfrage und stieß dabei auf ein von den Statistikern Samuel Kotz und Saralees Nadarajah verfasstes Buch zu genau diesem Thema. Ich hatte gerade mit einer E-Mail-Nachricht an meinen Kollegen begonnen, in der ich ihm die Einzelheiten zu diesem Buch mitteilen wollte, als ich durch einen Anruf aus Kanada unterbrochen wurde. Der

Anrufer erwähnte im Verlauf dieses Gesprächs, dass Samuel Kotz soeben verstorben sei.

Und so geht es immer weiter. Die Tageszeitung *The Telegraph* berichtete am 28. September 2005, wie einem Golfer am 13. Loch des Barrow Golf Club in der englischen Grafschaft Cumbria mit einem 45-Meter-Schlag ein Hole-in-one gelungen war. Eine Überraschung, mag man dabei denken, aber keineswegs aus der Welt, schließlich gibt es immer wieder Hole-in-one-Treffer. Aber was ist, wenn ich noch hinzusetze, dass unmittelbar danach einer Mitgolferin namens Margaret Williams ebenfalls ein Hole-in-one gelang?<sup>3</sup>

Man kommt nicht darum herum: Manchmal geschehen Dinge, die so unwahrscheinlich, so unerwartet und so unmöglich sind, dass sie die Vermutung nahelegen, es könnte im Universum etwas geben, was sich unserem Verständnis entzieht. Sie lassen uns fragen, ob die vertrauten Gesetze der Natur und der Kausalität, auf deren Grundlage wir unseren Alltag bestreiten, gelegentlich außer Kraft gesetzt sind. Sie lassen uns mit Sicherheit an der Erklärung zweifeln, dass sie durch das zufällige Zusammentreffen von Ereignissen, durch das willkürliche Zusammenbringen von Menschen und Gegenständen zu erklären sind. Und sie legen fast den Gedanken nahe, dass von irgendetwas ein unsichtbarer Einfluss ausgeht.

Oftmals verblüffen uns solche Vorkommnisse nur und sorgen einfach dafür, dass wir Geschichten zu erzählen haben. Bei meiner ersten Reise nach Neuseeland saß ich in einem Café, als mir auffiel, dass das Schreibpapier, das einer der beiden Unbekannten am Nachbartisch benutzte, von meiner Universität in Großbritannien stammte. Solche außergewöhnlichen Ereignisse können unter anderen Begleitumständen Lebensläufe entscheidend beeinflussen – zum Guten wie bei einer Frau in New Jersey, die zweimal einen Lotto-Hauptgewinn landete, oder zum Schlechten wie bei Major Summerford, der mehrmals vom Blitz getroffen wurde.

Der Mensch ist ein neugieriges Tier, deshalb suchen wir bei merkwürdigen Zufällen natürlich nach der tieferen Ursache. Was ließ zwei Angehörige ein und derselben Universität, die sich gar nicht kannten, auf die andere Seite der Welt reisen, wo sie dann schließlich zur gleichen Zeit

im gleichen Café an benachbarten Tischen saßen? Was sorgte dafür, dass diese Frau zweimal die richtige Zahlenreihe im Lotto auswählte? Wie kam es, dass Major Summerford immer und immer wieder von gewaltigen elektrostatischen Kräften getroffen wurde? Und was lenkte Anthony Hopkins und *The Girl from Petrovka* durch Zeit und Raum, bis sie dann an demselben Sitzplatz in derselben U-Bahn-Station und in demselben Augenblick zusammentrafen?

Die weitergehenden Fragen lauten natürlich: Wie können wir die Ursachen, die solchen Zufällen zugrunde liegen, *zu unserem Vorteil nutzen*? Wie können wir sie zu unserem Vorteil beeinflussen?

Alle meine Beispiele bewegten sich bis hierher in einem sehr kleinen Rahmen – auf der persönlichen Ebene. Es gibt jedoch zahllose weiterreichende Beispiele. Manche davon scheinen nicht nur die gesamte Menschheit zu betreffen: Die Galaxien selbst würden nicht existieren, wenn es nicht zu solchen sehr unwahrscheinlichen Ereignissen gekommen wäre. Einige haben damit zu tun, wie Sequenzen ebenso winziger wie willkürlicher Veränderungen in unserem Erbgut letztlich etwas so Kompliziertes wie ein menschliches Wesen hervorbringen konnten. Wieder andere betreffen die Entfernung der Erde von der Sonne, die Existenz des Planeten Jupiter, ja sogar die Grundlagen der Physik. Abermals stellt sich dabei die Frage, ob der blinde Zufall eine Erklärung für diese offensichtlich verblüffend unwahrscheinlichen Ereignisse sein kann oder ob es nicht doch andere Einflüsse und Kräfte gibt, die den Lauf der Ereignisse hinter den Kulissen steuern.

Die Antworten auf all diese Fragen beruhen auf dem, was ich als das *Unwahrscheinlichkeitsprinzip* bezeichne. Die Behauptung lautet, dass *extrem unwahrscheinliche Ereignisse alltäglich sind*. Das ergibt sich aus einer Sammlung grundlegenderer Gesetze, die alle zusammenwirken und unweigerlich und unausweichlich dazu führen, dass solche außerordentlich unwahrscheinlichen Ereignisse eintreten. Diese Gesetze – dieses Prinzip – sagen uns, dass das Universum tatsächlich so beschaffen ist, dass diese Zufälle unvermeidlich sind: Das außerordentlich Unwahrscheinliche *muss* geschehen, und es *wird* zu Ereignissen von verschwindend geringer Wahrscheinlichkeit kommen. Das Unwahrscheinlichkeitsprinzip löst den scheinbaren Widerspruch auf, der zwischen der

schieren Unwahrscheinlichkeit solcher Ereignisse und der Tatsache besteht, dass sie dennoch immer wieder geschehen.

Wir wenden uns zunächst den vorwissenschaftlichen Erklärungen zu. Sie reichen oft bis in die dunkle Vorzeit zurück. Manche Menschen halten zwar immer noch daran fest, aber sie stammen aus der Zeit vor der Bacon'schen Revolution: Mit dieser Revolution verbindet sich der Gedanke, dass für ein Verständnis der Natur das Sammeln von Daten, das Ausführen von Experimenten und genaue Beobachtungen erforderlich sind, auf deren Grundlage die vorgeschlagenen Erklärungen für das Weltgeschehen zu bewerten sind. Vorwissenschaftliche Vorstellungen sind älter als die rigorose Evaluierung der Gültigkeit von Erklärungen mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden. Aber Erklärungen, die nicht überprüft wurden oder nicht überprüft werden konnten, haben keine wirkliche Aussagekraft: Sie sind bloß Anekdoten oder Geschichten, deren Bedeutung etwa der von Gutenachtgeschichten für Kinder entspricht, die vom Weihnachtsmann oder von der Zahnfee erzählen. Menschen, die zu tiefer gehenden Nachforschungen nicht bereit oder nicht in der Lage sind, dienen sie zur Beruhigung oder Beschwichtigung, aber sie tragen nichts zum Verständnis der Welt bei.

Verständnis entsteht aus tiefer gehenden Untersuchungen, mit deren Hilfe Denker – Forscher, Philosophen, Wissenschaftler – versucht haben, «Gesetze» zu formulieren, die beschreiben, wie die Natur funktioniert. Diese Gesetze sind knappe Zusammenfassungen, die in einfacher Form das enthalten, *was die Beobachtung* über die Funktionsweise des Universums *zeigt*. Sie sind Abstraktionen. Das Verhalten eines Gegenstandes, der von einem hohen Gebäude fällt, beschreibt zum Beispiel Newtons zweites Axiom (das dynamische Grundgesetz oder Aktionsprinzip), das festhält, dass die Beschleunigung eines Körpers proportional zu den auf ihn einwirkenden Kräften verläuft. Die Naturgesetze versuchen zum Kern der Phänomene vorzudringen, sie lassen das Überflüssige beiseite und arbeiten den Kern des Problems heraus. Die Gesetze entstehen aus dem Abgleich der Vorhersagen mit Beobachtungen, und das bedeutet: mit Daten. Wenn ein Gesetz zum Beispiel feststellt, dass die Erhöhung der Temperatur einer in einem Behälter eingeschlossenen Gasmenge auch den Druck erhöhen wird, lautet die Frage: Ist das auch der Fall, be-

stätigen die Daten das? Wenn ein Gesetz besagt, dass eine Erhöhung der elektrischen Spannung für mehr Strom sorgt, fragen wir uns: Lässt sich das auch feststellen?

Durch dieses Verfahren des Abgleichs von Daten und Erklärung haben wir beim Verständnis der Natur außergewöhnliche Erfolge erzielt. Die moderne Welt, die Anhäufung eindrucksvoller Leistungen menschlicher Wissenschaft und Technik, ist ein Beleg für die Wirkungsmacht solcher Beschreibungen.

Manche Menschen scheinen natürlich zu glauben, dass ein Phänomen seine Rätselhaftigkeit verliert, wenn man es versteht. Das trifft in dem Sinn zu, dass Verstehen mit der Beseitigung von Unklarheit, Vernebelung, Doppeldeutigkeit und Verwirrung verbunden ist. Aber wenn man die Ursache für die Farben des Regenbogens versteht, lenkt das keineswegs von einem solchen Naturwunder ab. Das Verständnis führt vielmehr zu einer tieferen Anerkennung, ja sogar zur Ehrfurcht vor der Schönheit, die dem gegenwärtig untersuchten Phänomen zugrunde liegt. Es zeigt uns, wie sich all die Bestandteile zusammenfügen, die uns so die erstaunliche Welt bieten, in der wir leben.

### **Borels Gesetz: Hinreichend unwahrscheinliche Ereignisse sind unmöglich**

Émile Borel (1871–1956) war ein berühmter französischer Mathematiker. Er war ein Pionier auf dem Gebiet einiger der eher mathematischen Aspekte der Wahrscheinlichkeit (der sogenannten Maßtheorie); mehrere mathematische Gegenstände und Lehrsätze sind nach ihm benannt – zum Beispiel das Borelmaß, die Borel'sche  $\sigma$ -Algebra, das Borel-Cantelli-Lemma und das Heine-Borel-Theorem. Im Jahr 1943 schrieb er unter dem Titel *Les probabilités et la vie* («Wahrscheinlichkeiten und das Leben») eine nicht mathematisch orientierte Einführung in die Wahrscheinlichkeit. In diesem Buch beleuchtete er einige der Eigenschaften und Anwendungen der Wahrscheinlichkeit, und er stellte darin auch das *eine Gesetz des Zufalls* vor, das heute vereinfachend oft als Borels Gesetz des Zufalls bezeichnet wird. Dieses Gesetz lautet:

«Ereignisse mit einer hinreichend geringen Wahrscheinlichkeit kommen niemals vor.»<sup>4</sup>

Das Unwahrscheinlichkeitsprinzip scheint demnach eindeutig im Widerspruch zu Borels Gesetz zu stehen. Nach dem Unwahrscheinlichkeitsprinzip kommt es immer wieder zu Ereignissen, für die nur eine ganz geringe Wahrscheinlichkeit besteht, während solche Dinge nach Borels Gesetz niemals vorkommen. Was ist hier los?

Wer Borels Gesetz zum ersten Mal liest, mag darauf wohl genauso reagieren wie ich, als es mir zum ersten Mal begegnete: Das ist doch wohl bestimmt Unsinn? Sie mögen (wie ich auch) zu der Ansicht neigen, dass Ereignisse von sehr geringer Wahrscheinlichkeit sehr wohl vorkommen, eben *nur nicht besonders häufig*. Das ist alles, was es über Wahrscheinlichkeit zu sagen gibt, insbesondere über Dinge, die wenig wahrscheinlich sind. Doch bei der weiteren Lektüre von Borels Buch erkannte ich, dass hier von feineren Zusammenhängen die Rede war.

Der Autor veranschaulichte den Sachverhalt, um den es ihm ging, mit einem Hinweis auf das klassische Beispiel der Affen, die, auf gut Glück die Tasten einer Schreibmaschine bedienend, zufällig die Gesammelten Werke Shakespeares hervorbringen.<sup>5</sup> Borel formuliert das so: «Das ist die Art von Ereignis, die so unwahrscheinlich ist, dass ein vernünftiger Mensch dies, ohne zu zögern, als unmöglich bezeichnen wird, obwohl die Unmöglichkeit mit rationalen Argumenten vielleicht gar nicht beweisbar ist. Würde jemand behaupten, einen solchen Vorgang beobachtet zu haben, dann wären wir uns sicher, dass er uns belügt oder selbst einem Schwindel zum Opfer gefallen ist.»<sup>6</sup>

Borel misst also die «sehr geringe Wahrscheinlichkeit» mit menschlichen Maßstäben und meint das so: Nach *menschlichem* Ermessen ist die Wahrscheinlichkeit so gering, dass die Erwartung, so etwas jemals zu erleben, irrational wäre; ein solches Geschehen sollte als unmöglich betrachtet werden. Und nach der Formulierung seines «einen Gesetzes des Zufalls» (das, wie sich der Leser erinnern wird, besagt, dass *Ereignisse mit einer hinreichend geringen Wahrscheinlichkeit niemals vorkommen*) fügte er noch hinzu: «[...] oder wir müssen zumindest unter allen Umständen so handeln, als ob sie *unmöglich* wären» [Hervorhebung durch den Autor].<sup>7</sup>

An späterer Stelle lieferte er eine weitere Veranschaulichung: «Bei jedem Pariser, der einen ganzen Tag lang in der Stadt unterwegs ist, besteht eine Wahrscheinlichkeit von etwa eins zu einer Million, bei einem Verkehrsunfall ums Leben zu kommen. Würde ein Mann auf jegliche Aktivität außer Haus verzichten und sich auf die eigenen vier Wände beschränken, um diesem sehr geringen Risiko aus dem Weg zu gehen, oder seiner Frau oder seinem Sohn eine solche Beschränkung auferlegen, würde man ihn für verrückt halten.»<sup>8</sup>

Andere Denker haben Ähnliches gesagt. Jean d'Alembert hatte beispielsweise in den 1760er Jahren die Frage aufgeworfen, ob es möglich sei, einen sehr langen Ablauf des Vorkommens eines Ereignisses in Form einer Sequenz zu beobachten, bei der ein Vorkommen und Nichtvorkommen gleich wahrscheinlich sind. Ein Jahrhundert vor Borel, im Jahr 1843, hatte Antoine-Augustin Cournot (1801–1877) in seinem Buch *Exposition de la Théorie des Chances et des Probabilités* die tatsächliche – im Gegensatz zur theoretischen – Wahrscheinlichkeit eines perfekten Kegels erörtert, der auf seiner Spitze balanciert.<sup>9</sup> Der Gedanke, dass «es eine praktische Gewissheit ist, dass ein Ereignis von sehr geringer Wahrscheinlichkeit nicht geschehen wird», wird manchmal auch als das Cournot-Prinzip bezeichnet. Der Philosoph Karl Popper schrieb in seinem Buch *Logik der Forschung*, dessen erste deutsche Ausgabe 1934 erschien: «Die [...] Regel, extreme Zufälle zu vernachlässigen, entspricht auch der Forderung nach wissenschaftlicher Objektivität.»<sup>10</sup>

Mit Blick auf die anderen prominenten Denker, die ähnliche Vorstellungen entwickelt haben, könnten wir jetzt die Frage aufwerfen, warum gerade Borels Name im Allgemeinen mit diesem Gedanken verbunden wird. Die Antwort liegt vielleicht in dem nach dem amerikanischen Statistik-Professor Stephen Stigler benannten Gesetz der Eponyme. Dieses Gesetz besagt, dass «kein wissenschaftliches Gesetz nach seinem ursprünglichen Entdecker benannt ist» (woraus logischerweise folgt: «[...] was auch für dieses Gesetz gilt»).

Es besteht eine Analogie zwischen Borels Gesetz und den Punkten, Linien und Ebenen, von denen wir hören, wenn wir uns in der Schule mit Geometrie befassen. Wir lernen, dass diese geometrischen Objekte mathematische Abstraktionen sind, die es in der wirklichen Welt gar

nicht gibt. Es handelt sich nur um bequeme Vereinfachungen, über die wir nachdenken und mit denen wir gedanklich umgehen können, um so zu Schlussfolgerungen über die Objekte aus der Wirklichkeit kommen zu können, die wir in dieser Form darstellen. Ähnlich verhält es sich mit einer mathematischen Idealvorstellung, nach der unglaublich geringe Wahrscheinlichkeiten zwar nicht gleich null sind, aber wie null behandelt werden können, weil nach *tatsächlich-praktischen menschlichen* Begriffen Ereignisse von hinreichend geringer Wahrscheinlichkeit niemals vorkommen. So lautet Borels Gesetz.

Um Borel noch einmal zu zitieren: «Es muss ganz deutlich werden, dass das eine Gesetz des Zufalls noch eine Gewissheit beinhaltet, die von anderer Natur ist als die mathematische Gewissheit, aber jene Gewissheit ist derjenigen vergleichbar, die uns dazu bewegt, die Existenz einer historischen Persönlichkeit oder einer Stadt, die beim geografischen Antipoden angesiedelt ist, zu akzeptieren, die Existenz Ludwigs XIV. oder von Melbourne; sie ist sogar der Gewissheit vergleichbar, die wir der Existenz der äußeren Welt zuschreiben.»<sup>11</sup>

Borel fährt fort, indem er einen Maßstab dafür liefert, was mit einer Wahrscheinlichkeit gemeint sein könnte, die so «hinreichend gering» ist, dass ein bestimmtes Ereignis niemals eintritt. Hier folgen jetzt die (leicht paraphrasierten) Versionen der Definitionen, die er für die Punkte auf seiner Skala angibt. Ich habe in jedem einzelnen Fall versucht, die Größe der entsprechenden Zahlen durch einige Beispiele zu vermitteln.

*Nach dem menschlichen Maßstab vernachlässigbare Wahrscheinlichkeiten sind geringer als zirka eins zu einer Million. Die Wahrscheinlichkeit, dass man beim Poker einen Royal Flush zugeteilt bekommt, liegt bei etwa 1 zu 650 000, ist also fast doppelt so hoch wie bei einer Eins-zu-einer-Million-Chance. Ein Jahr umfasst etwas mehr als 30 Millionen Sekunden; wenn also, nach Borels Maßstab, Sie und ich uns willkürlich für eine bestimmte Sekunde entscheiden, in der wir etwas tun wollen, ist die Chance, dass wir das zur gleichen Zeit tun werden, nach menschlichem Maßstab vernachlässigbar.*

*Nach dem irdischen Maßstab vernachlässigbare Wahrscheinlichkeiten sind kleiner als ca. 1 zu  $10^{15}$ .* (Falls Sie mit dieser Schreibweise nicht vertraut sind: Bitte sehen Sie sich meine Erklärung im Anhang A an.) Die Erdoberfläche misst etwa  $5,1 \times 10^{14}$  Quadratmeter. Falls Sie und ich uns also willkürlich für einen bestimmten Quadratmeter entscheiden würden, auf dem wir stehen wollen (wobei wir nette kleine Einzelheiten wie die, dass viele dieser Quadratmeter in den Ozeanen lägen, hier ignorieren), wäre die Chance, dass wir uns für den gleichen Quadratmeter entscheiden könnten, im irdischen Maßstab ziemlich vernachlässigbar. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Spieler in einer Partie Bridge zu einer kompletten Farbe kommt, liegt bei etwa 1 zu  $4 \times 10^{10}$  – sie ist also deutlich höher als bei einem nach irdischem Maßstab vernachlässigbaren Ereignis.

*Nach dem kosmischen Maßstab vernachlässigbare Wahrscheinlichkeiten sind geringer als zirka 1 zu  $10^{50}$ .* Die Erde besteht aus rund  $10^{50}$  Atomen, wenn also Sie und ich unabhängig voneinander jeweils ein einziges Atom aus der gesamten Erdmasse auswählen, ist die Chance, dass wir beide uns für das gleiche Atom entscheiden, im kosmischen Maßstab vernachlässigbar. Und um das wiederum unter einer geeigneten Vergleichsgröße zu betrachten: Im gesamten Universum gibt es insgesamt «nur» etwa  $10^{23}$  Sterne.

*Nach dem überkosmischen Maßstab vernachlässigbare Wahrscheinlichkeiten sind geringer als zirka 1 zu  $10^{1\,000\,000\,000}$ .* Da die Zahl der subatomaren Baryonen-Partikeln im Universum auf etwa  $10^{80}$  geschätzt wird, fällt es hier schwer, sich irgendwelche Beispiele auszudenken, mit denen sich so geringe Wahrscheinlichkeiten in irgendeinen anschaulichen Zusammenhang bringen ließen!

Borels Maßstab der «vernachlässigbar geringen» Wahrscheinlichkeit sagt uns, wann wir Ereignisse als so unwahrscheinlich betrachten sollten, dass wir sie unter praktischen Gesichtspunkten als unmöglich einstufen können. Aber das Unwahrscheinlichkeitsprinzip sagt uns im Gegensatz dazu, dass hochgradig unwahrscheinliche Ereignisse – auch solche, die

so unwahrscheinlich sind wie die, die Borel beschreibt – immer wieder vorkommen. Das heißt also, dass sie nicht nur nicht unmöglich sind, sondern dass wir solche Ereignisse immer und immer wieder erleben. Mit Sicherheit können nicht beide Feststellungen zutreffen: Entweder sind solche Dinge so unwahrscheinlich, dass wir sie nie erleben werden, *oder* sie sind so wahrscheinlich, dass sie wieder und wieder vorkommen werden.

Wenn wir uns genauer ansehen, was mit «Unwahrscheinlichkeit» gemeint ist, kann dieser scheinbare Widerspruch aufgelöst werden. Wir können uns die einzelnen Elemente des Unwahrscheinlichkeitsprinzips – wie bei einer Zwiebel – als Schichten vorstellen, so dass die Erklärung mit jeder abgeschälten Schicht klarer wird. Die verschiedenen Elemente des Prinzips – das *Gesetz der ganz großen Zahlen*, das *Gesetz der annähernden Genauigkeit*, das *Gesetz der Selektion* und andere Elemente – werfen jeweils ein eigenes Licht auf die Möglichkeit, wie Borels Gesetz und das Unwahrscheinlichkeitsprinzip zugleich gelten können.

Einige Elemente des Prinzips reichen sehr tief. Das Gesetz der ganz großen Zahlen spielt zum Beispiel eine äußerst wichtige Rolle bei der Entscheidung darüber, ob das gehäufte Auftreten einer bestimmten Krankheit an einem Ort einem Schadstoff zuzuschreiben oder bloßer Zufall ist. Bei anderen Elementen verhält es sich allerdings nicht so. Man hätte wohl gerne eine Erklärung für das im Folgenden angeführte Ereignis, das auf den ersten Blick so unwahrscheinlich erscheint, dass wir nicht damit rechnen würden, es tatsächlich zu erleben; es wirkt so unwahrscheinlich, dass wir es für unmöglich halten sollten. Die Beobachtung wird in der Zeitung *US News & World Report* vom 19. Dezember 2011 geschildert.<sup>12</sup> Sie bezieht sich auf den mittlerweile verstorbenen Kim Jong-Il, den ehemaligen Staatschef und Diktator Nordkoreas, und teilt mit: «Kim Jong-Il war im Jahr 1994, bei seiner ersten Partie Golf überhaupt, Herr des Geschehens auf der über 6900 Meter langen Anlage in Pjöngjang. Er spielte eine unglaubliche Runde, bei der er 38 Schläge unter dem Platzstandard blieb, und sein schlechtestes Einzelergebnis auf dem einzigen Golfplatz des Landes war ein Birdie. Bei seiner Runde gelangen Kim insgesamt elf Holes-in-one, und 17 anwesende Leibwächter bestätigten diese Leistung.»

Sie erinnern sich hier vielleicht an Borels hypothetische Reaktion auf die ihm vorgetragene Geschichte mit den Affen, die durch willkürliches Herumtippen auf einer Schreibmaschine Shakespeares Gesammelte Werke produzierten. Wie ich schon sagte: Einige Elemente des Unwahrscheinlichkeitsprinzips sind unkompliziert, aber andere sind sehr tiefgründig, und dieses Buch erkundet sie.

---

Mehr Informationen zu diesem und vielen weiteren Büchern aus dem Verlag C.H.Beck finden Sie unter: [www.chbeck.de](http://www.chbeck.de)