

# Zufall und Wahrscheinlichkeit : erkenntnistheoretische Betrachtungen

Autor(en): **Nolfi, Padrot**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen / Vereinigung Schweizerischer  
Versicherungsmathematiker = Bulletin / Association des Actuaire  
Suisses = Bulletin / Association of Swiss Actuaries**

Band (Jahr): **71 (1971)**

PDF erstellt am: **27.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-967175>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Zufall und Wahrscheinlichkeit

(Erkenntnistheoretische Betrachtungen)

*Von Padrot Nolfi, Zürich*

Es ist unbestreitbar, dass die Versicherung, sei es die Lebensversicherung oder die Sachschadenversicherung, durch den Zufall verursacht wird. Versicherungen sind Massnahmen gegen die unliebsamen Folgen von Zufallsereignissen. Die Tatsache, dass diese Massnahmen, weltgeschichtlich betrachtet, innert einer verhältnismässig kurzen Zeit sich zu einem die Erde umspannenden Wirkungsbereich entfaltet, zeigt einerseits, wie mächtig der Zufall das Weltgeschehen dominiert, und andererseits, wie förderlich es war, dass der homo faber gelernt hat, dem Zufall entgegenzutreten. So begegnet man heute auf diesem Gebiet einer gewaltigen, unerwarteten Entwicklung, die zum wirtschaftlichen Aufschwung der Erdbevölkerung sehr wesentlich beigetragen hat.

Erstaunlicherweise nimmt sich zu diesem ausserordentlichen Erfolg unser Wissen über den Zufall sehr hilflos aus, dass man sich fragen muss, wie es überhaupt möglich war, dass der Mensch trotz seinem dürftigen Wissen über den Zufall einen derartigen Erfolg in der Bekämpfung seiner heimtückischen Auswirkungen erzielen konnte. Die einfache Annahme, der Zufall verhalte sich nach gewissen vereinfachten Vorstellungen, so wie im Urnen- oder im Kartenspiel, genügte bereits, um einen beachtenswerten Fortschritt zu sichern.

Versucht man, sich diese Diskrepanz vor Augen zu führen, so erschrickt man vor der Frage, ob alles so glimpflich weitergehen wird wie bis anhin. Jedenfalls sind wenig Stützen erkennbar, die ein Zusammenbrechen des Versicherungsgefüges, wie ein Kartenhaus, verhindern

können. Alles wird bloss von der Zuversicht getragen, der Zufall werde sich auch künftighin vorstellungsgemäss rücksichtsvoll benehmen.

Zu dieser gutgläubigen Annahme verleitet vor allem eine langjährige Erfahrung. Vorerst kann festgestellt werden, dass keine überwältigenden Katastrophen eingetreten sind. Es gab immer einen Ausgleich. Im Vergleich zu den Gefahren waren es verhältnismässig leichtere Fälle, die durch Bildung von Risikoreserven und insbesondere auf dem Wege der Rückversicherung überwunden werden konnten. Diese Erfahrung, insbesondere da sie sich über Jahrhunderte erstreckt, mag beruhigend wirken. Trotzdem muss man sich fragen, ob sie ganz allgemein und in jeder Beziehung genügt. Es will uns scheinen, dass diese Frage nicht ohne schwere Bedenken bejaht werden kann. Man kommt nicht umhin, festzustellen, dass im grossen Holonspiel des Versicherungswesens der Spieler «Versicherer» im grossen und ganzen erfolgreich war, obwohl sein Wissen über das Verhalten seines Gegenspielers, «des Zufalles», im Grunde genommen sonderbar mangelhaft ist.

Leider ist es sehr schwer, das Wissen über den Zufall zu mehren und zu vertiefen. Trotzdem hoffen wir, mit den nachstehenden Erwägungen zur Klärung dieses Begriffes beizutragen. Wir tun das mit besonderer Genugtuung, nachdem *Heinrich Jecklin* [1]<sup>1)</sup> sich für erkenntnistheoretische Fragen immer besonders interessiert und zur Läuterung der Probleme der Wahrscheinlichkeitsrechnung verschiedentlich beigetragen hat.

### Allgemeine Eigenschaften des Zufalles

Angesichts der Schwere der Aufgabe, die sich vor unseren Augen auftut, wird es wohl am ratsamsten sein, vorerst Umschau zu halten und zu fragen, welche Deutung dem Zufall im allgemeinen beigemessen wird. Zunächst erscheint es angezeigt, zu fragen, welche äussere Eigenschaften dem Zufall zukommen. Da ist zunächst auf seine Spontaneität, Wirksamkeit und Durchschlagskraft hinzuweisen. Voltaire hat einmal gesagt: «*Sa majesté le hasard décide de tout.*» Man ist geneigt, ihm recht zu geben, wenn man an Zufälle von entscheidender Tragweite denkt.

---

<sup>1)</sup> Siehe Literaturverzeichnis.

Eine andere Ansicht, die sehr radikal ist, lässt sich in der Behauptung: «der Zufall hat kein Gewissen», zum Ausdruck bringen. Damit ist die Unerbittlichkeit und die Rücksichtslosigkeit gemeint, mit der Zufallserscheinungen auftreten. Durch den Zufall können grosse Werte zerstört, wichtige Intentionen zunichte gemacht werden. Es können Unschuldige von harten, unnachsichtigen Schicksalsschlägen betroffen werden.

Dieser unheilvollen Eigenschaft verdankt das Versicherungswesen sein Aufkommen. Es ist eine wirksame Gegenmassnahme gegen die zerstörenden und gewissenlosen Auswirkungen des Zufalles, allerdings vielfach nur eine beschränkte.

In praktischer Hinsicht ist es wichtig, darauf hinzuweisen, dass sich die Menschen dieser Eigenschaft des Zufalles, seiner Rücksichtslosigkeit, im allgemeinen nicht oder nur mangelhaft bewusst sind. Aufklärung erscheint sehr vonnöten. Sie wird, zum Teil wenigstens, durch die Versicherungsgesellschaften, durch den berechtigten Hinweis auf die lauernden Gefahren, besorgt. Ein anderer guter Lehrmeister ist zweifellos das Spiel. Im Spiele kann auch der unerfahrene und uneinsichtigste Mensch das Verhalten des Zufalles kennenlernen und nebenbei auch die Einsicht gewinnen, dass die Chancen und die Tücken des Zufalles im täglichen Leben ungleich verteilt sind. Es ist anzunehmen, dass das Spiel eine der vielen Einrichtungen darstellt, die dazu angeordnet sind, die Lebewesen mit der harten Realität der Gefahren bekannt zu machen. Wie im Spiel, so fallen auch in der realen Wirklichkeit die Würfel, ohne Rücksicht auf Tugend, Verdienst und Wünschbarkeit. In diesem Sinn muss man Herder recht geben, wenn er meinte, der Zufall sei ein Tyrann. — Indessen wäre es unrichtig, zu sagen, der Zufall sei arglistig. Er ist einfach blind.

Eine sehr wichtige allgemeine Eigenschaft des Zufalles besteht in seiner Beeinflussbarkeit, d. h. in der Möglichkeit, den Zufall zu verhindern oder wenigstens seine Folgen abzuschwächen durch Beeinflussung seiner Antezedenzen.

Das Wissen über diese Möglichkeit ist in der Versicherung von grosser Tragweite. Die Ergründung von Unfallursachen führt immer wieder zu neuen Einsichten, die der Bekämpfung der Unfallgefahren dienen können [2]. Auf diesem Wege gelangt man, wie die Erfahrung lehrt, zur Aufdeckung von Massnahmen, wie die der Unfallverhütung. Durch sinnvolles Leiten des Strassenverkehrs mit Hilfe der Polizei,

durch Warntafeln und Signale, gelingt es, die Zahl der Verkehrsunfälle wesentlich einzudämmen. Durch Anbringung von Schutzvorrichtungen an Maschinen gelingt es, die Unfallhäufigkeit in den Fabriken herabzusetzen.

Besondere Erwähnung verdienen die Errungenschaften der Medizin, die dank besserer Information zu einer wesentlichen Abnahme der Sterblichkeit und insbesondere zur Verringerung der Häufigkeit und der Dauer der Invaliditätsfälle beigetragen haben.

Es ist zweifellos so, dass die entdeckte Beeinflussbarkeit des Zufalles im geschilderten Sinn von humanitärer, aber auch von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung ist. Es will uns scheinen, dass man keine Gelegenheit versäumen darf, auf diese Tatsachen mit Nachdruck hinzuweisen. Auch bleibt in dieser Richtung im Kampf gegen den Zufall zweifellos noch viel zu tun.

### Die Beschaffenheit des Zufalls

Aus den vorangehenden Ausführungen geht eindeutig hervor, dass die Kenntnisse über den Zufall von einschneidender Bedeutung sind.

Die Einsicht über die Beeinflussbarkeit des Zufalles drängt die Frage in den Vordergrund, ob in dieser Richtung nicht ein mehreres erreicht werden kann, und zwar durch eine weitere Ergründung der Zufallserscheinungen in erkenntnistheoretischer Hinsicht. Der Weg hiezu erscheint beschwerlich und zeigt wenig Chancen zu erspriesslichen Ergebnissen. Trotzdem soll nachstehend versucht werden, in diese schwer verschleierte Geheimnisse weiter einzudringen.

Fragen wir also ganz unverhohlen: «Was ist der Zufall?» Dazu gibt es zunächst recht divergierende Auffassungen. Der berühmte Wahrscheinlichkeitstheoretiker *Pierre-Simon Laplace* [3] (1749–1827) hat z. B. mit anhaltender Überzeugungskraft behauptet, der Zufall existiere nicht. Nach ihm sind alle Vorkommnisse dieser Welt vorausbestimmbar, sobald nur die Gesetze des Geschehens und der Zustand der Welt in irgendeinem Augenblick gegeben sind. Diese Auffassung führt unmittelbar zur Vorstellung, es bestehe im Prinzip die Möglichkeit, bei Kenntnis der Anfangsbedingungen eine Weltformel aufzustellen, aus der nach Einsetzen der Raumzeit-Koordinaten ein jeder Vorgang in die Zukunft vorausgesagt werden könne.

Man sieht leicht ein, dass in einer solchen Welt der Zufall keinen Platz hat. Um so mehr ist es erstaunlich, dass ausgerechnet Laplace, dem es in meisterhafter Weise gelungen ist, die mathematische Theorie des Zufalls, d. h. die Wahrscheinlichkeitsrechnung, in entscheidender Weise auszubauen, zur Auffassung gelangen konnte, der Zufall existiere nicht. Selbstverständlich zwang ihn diese Auffassung, für Ereignisse, die dem Beobachter im täglichen Leben als Zufälle bezeichnet werden, eine plausible Erklärung zu geben. Das tat er auch mit Hilfe der folgenden Argumentation:

«Alle Ereignisse, selbst solche, die infolge ihrer Kleinheit sich um die grossen Gesetze der Natur nicht zu kümmern scheinen, sind notwendig eine Folge, wie die Bewegung des Sonnensystems. In der Unge-  
wissheit der Bindungen (des liens), die sie mit dem vollständigen System des Universums verknüpfen, betrachtet man sie als allein abhängig von einzelnen Ursachen oder vom Zufall, je nachdem ob sie regelmässig eintreten oder ohne jegliche erkennbaren Bedingungen. Diese unbekannt Ursachen werden übersehen infolge der Grenzen unseres Erkenntnisvermögens und verschwinden ganz vor einer echten Philosophie, die in ihnen nichts anderes sieht als den Ausdruck unseres Unwissens.»

Diese Darstellung zeichnet sich durch besondere Einfachheit aus. Sie mündet schliesslich in der Auffassung, der Zufall sei letzten Endes nichts anderes als der Ausdruck unseres Unwissens.

Laplace stand vornehmlich unter dem Eindruck der grossen Arbeiten des berühmten Astronomen Edmund Halley über die Vorausberechnung der Kometenbahnen. Dass eine derartige Leistung in der damaligen Zeit grosses Aufsehen erregen musste, verherrlicht und ausgeweitet wurde, ist nicht erstaunlich. Laplace schreibt: «La courbe décrite par une simple molécule d'air est réglée d'une manière aussi certaine que les orbites planétaires. Il n'y a de différence entre elles que celles qu'y met notre ignorance.»

Viele berühmte Denker haben die gleiche Auffassung vertreten. So sind die Darlegungen des bedeutenden Mathematikers und Physikers *Henri Poincaré* [4] (1854–1912) bemerkenswert. Auch nach seiner Ansicht ist der Zufall nicht als etwas ausserhalb der Kausalität Stehendes, sondern als Form derselben aufzufassen. Dabei werden drei Formen unterschieden. Die erste Form wird hervorgerufen durch kleine Variationen in den Ursachen, die sich der Messung entziehen,

trotzdem aber für die «Zufälle» bestimmend sind. Eine andere Form ist die Komplikation eines Vorganges. Die grosse Zahl der mitwirkenden Ursachen macht es unmöglich, sie zu überblicken und den Erfolg vorauszusagen. Die dritte Form ist die Beschränktheit unseres Wahrnehmungs- und Erkenntnisvermögens. Die Aufmerksamkeit des Beobachters richtet sich nur auf einen verhältnismässig kleinen Teil der wirklich massgebenden Umstände. — Damit wird die Deutung von Laplace präzisiert und untermauert.

Wie gesagt, ist die Zahl der Denker, die sich diese Auffassung zu eigen gemacht haben, sehr gross. Es würde hier zu weit führen, sie alle zu Worte kommen zu lassen. Immer wieder werden neue Argumente gefunden, um die Auslegung zu stützen, wonach alles Geschehen auf dem alles beherrschenden Kausalgesetz beruht, so dass es einfach von der Entwicklung des Erkenntnisvermögens abhängt, inwieweit die Zufallsercheinungen aufgedeckt werden können. Einem «laplaceschen Geist», so wurde argumentiert, wäre es möglich, alle Zusammenhänge zu überblicken. Für ihn gäbe es keinen Zufall mehr. Bei einem Würfelspiel würde ein solcher Geist aus den Vorbedingungen erkennen, wie der Würfel schliesslich zu liegen kommt.

Sollte sich der menschliche Geist weiterhin entwickeln, wie die Anthropologie für die vergangene Zeit nachgewiesen hat, so bestünde nach dieser Vorstellung Aussicht, den Zufall zu enthüllen. Die Folge wäre, dass man keine Versicherungen mehr benötigen würde. Das Versicherungswesen würde verschwinden, und selbst die gute Wahrscheinlichkeitsrechnung würde überflüssig. Dass die Entwicklung in diese Richtung geht, ist jedoch nicht anzunehmen. Es ist wohl so, dass die Dinge nicht so einfach liegen. Die Annahme einer prinzipiellen Vorausbestimmbarkeit aller Erscheinungen auf Grund des Kausalnexus ist eine zu weit gehende Schlussfolgerung. Insbesondere spricht der Verzicht auf die Vorstellung der Determinierbarkeit des mikrophysikalischen Naturgeschehens der Kernphysik eine deutliche Sprache. Indessen ist es kaum notwendig, auf so schwer zugängliche Erscheinungen hinzuweisen, um Zweifel an einer umfassenden Herrschaft des Kausalzusammenhanges zu hegen. Die einfache Tatsache, dass unsere Erde vibriert und nicht kontinuierlich fortlaufend rollt, erscheint unter der Ägide des unverbrüchlichen Kausalnexus unerklärlich. Es scheint, dass noch ein Unterbrecher besteht, so etwas wie die Unruh einer Uhr. Weiter muss man sich fragen, ob eine alles umfassende Kausalität nach so vielen Milliarden von Jahren ihrer Exi-

stanz nicht bereits zu einer völligen Erstarrung alles Geschehens geführt hätte. Eine Vorherrschaft des Kausalgesetzes hätte wohl notwendig zur Welterstarrung geführt. Das Gegenteil scheint der Fall zu sein. Mit dem Aufkommen der Lebewesen geht eine Enthärtung einher.

Eine weitere Frage, die sich hier in den Vordergrund schiebt, ist die, ob die Handlungen der Lebewesen ebenfalls dem Kausalzusammenhang unterliegen. Gilt auch hier die Kategorie der Kantschen Philosophie: «Alles, was geschieht, setzt etwas voraus, wonach es nach einer Regel folgt»? Ein unentwegter Bejaher dieser Frage war der berühmte Physiker *Max Planck* [5]. In zahlreichen Schriften hat er dieses Problem behandelt und dabei selbst die schöpferischen Leistungen eines Genies als Folge von festen, unwandelbaren Gesetzen hingestellt. Damit hat er auch in beeindruckender Weise das Vorhandensein der Willensfreiheit verneint.

Hält man Ausschau nach Gegenargumenten, so sieht man sich vor erhebliche Schwierigkeiten gestellt. Es ist jedenfalls schwierig, Widerlegungen mit gleicher Überzeugungskraft vorzubringen.

Indessen kann man sich nicht vorstellen, dass jede Bewegung, z. B. in einem Ameisenhaufen, bereits vor Millionen Jahren, oder sogar noch vor Entstehung des Planetensystems, bereits determiniert war. Eine solche Annahme überzeugt nicht, erscheint geradezu absurd.

Der Physiker *Walter Heitler* [6] nimmt an, dass eine gewisse Indeterminiertheit des physikalischen Geschehens im Organismus tatsächlich existiert. So könne festgestellt werden, dass schon primitive Organismen sich bei gleichem Reiz verschieden verhalten können. Diese Variabilität werde bei höheren Tieren immer ausgeprägter. Es könne kein Zweifel bestehen, dass die physikalischen Vorgänge eine über die Quantenmechanik hinausgehende Unbestimmtheit zeigen.

### Der Begegnungszufall

Eine Erklärung des Zufalles, die teilweise zu befriedigen vermag, ist folgende: Etymologisch stammt der Ausdruck «Zufall» vom mittelhochdeutschen Wort «Zuoval» und hat den Sinn von «zu fallen». Zu dem Bestehenden fällt etwas hinzu, gewissermassen von aussen her. Die Verfolgung dieses Gedankens führt zur Deutung des Zufalles als *einer Begegnung*. Dementsprechend findet man im Eisler-Wörterbuch



der philosophischen Begriffe (1927–1930) eine Erweiterung der Definition des Zufalles durch eine Ergänzung in einem zweiten Teil. Es heisst dort: «Der Zufall ist: 1. Das Eintreffen unbeabsichtigter, unvorhergesehener, aber kausal bestimmter Ereignisse und 2. das Zusammentreffen zweier in keinem (direkten) Kausalzusammenhang stehender Ereignisreihen, das einer Berechnung nicht zugänglich ist, so aber, dass sowohl jeder der Vorgänge Wirkung einer Kausalreihe als auch das Zusammentreffen beider Kausalreihen im Weltzusammenhang begründet sein muss.»

Der erste Teil dieser Auslegung ist uns bereits begegnet und dargelegt worden. Der hier aufgeführte Nachsatz: «aber kausal bestimmter Ereignisse» ist, wie ausgeführt, unseres Erachtens zu sehr kategorisch, dass er zu Bedenken Anlass gibt.

Durch den zweiten Teil wird eine neue Deutung hinzugefügt, die auch nicht ohne Bedenken hingenommen werden kann, die aber doch einen Schritt weiter führt. Auch hier ist der Nachsatz zu sehr vom Kausalzusammenhang voreingenommen. Deshalb erscheint unseres Erachtens die Definition des Biologen Karl Ernst Baer geeigneter. Nach ihm ist Zufall «ein Geschehen, das mit einem andern Geschehen zusammentrifft, mit dem es nicht in ursächlichem Zusammenhang steht». Hier wird einfach von einem Geschehen und nicht von einer Kausalreihe gesprochen. Damit ergibt sich eine willkommene Lockerung in der Festlegung des Begriffes, was zumindest vorsichtiger erscheint.

Betrachtet man auf Grund dieser Definition die Erscheinungen, wie sie im Versicherungswesen auftreten, so erkennt man, dass man es hier hauptsächlich mit Zufällen, die als Begegnungen aufzufassen sind, zu tun hat. Besonders ausgeprägt ist dies in der Autohaftpflicht- und in der Autokaskoversicherung der Fall. Da handelt es sich um Zusammenstösse, z.B. eines Fahrzeuges mit irgendeinem Gegenstand, einer Mauer z.B., oder auch mit einem andern Fahrzeug. Das sind eindeutige Begegnungen, meistens sehr unsanfte. In gleicher Weise lassen sich auch andere Versicherungsfälle als Begegnungen deuten, so in der Unfallversicherung das Zusammentreffen einer Verrichtung eines Arbeiters mit der kausalbedingten Aktivität einer Maschine, in der Feuerversicherung das Zusammentreffen von leicht verbrennbarem Material mit einem Feuerzünder, in der Hagelversicherung das Zusammentreffen von reifenden Früchten mit einem Hagelschlag, in der

Todesfallversicherung das Zusammentreffen von Menschen mit den Tod verursachenden Krankheiten. Es hat den Anschein, dass das ganze Versicherungswesen durch Begegnungszufälle prädominiert wird. Die Idee, den Zufall als eine Begegnung aufzufassen, passt deshalb ausgezeichnet für dieses Gebiet.

Die angeführte Definition von K. Baer ist indessen noch nicht befriedigend. Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass das Gebiet der Begegnungen viel umfassender ist als das des Zufalles. So gibt es viele Begegnungen, die man nicht mehr als Zufall bezeichnen kann. Ein Zusammentreffen kann beispielsweise zum voraus vereinbart werden. Damit verliert es ein wesentliches Merkmal des Zufalles und kann insbesondere auch nicht Gegenstand einer Versicherung sein. Eine Begegnung kann aber auch ohne Aufsehen, ohne irgendwelche Auswirkung stattfinden und bildet infolgedessen ebenfalls keinen Zufall. Aus diesem Grunde wurde versucht, die Definition zu erweitern. Nach dem Statistiker und Soziologen G. Rümelin besteht Zufall, «wo aus den zeitlichen und räumlichen Zusammentreffen von zwei oder mehreren, unter sich durch kein Kausalverhältnis verbundenen Ereignissen neue Wirkungen hervorgebracht werden, die ohne diesen Kontakt nicht eingetreten wären».

Hier wird zusätzlich zweierlei verlangt. Erstens muss es sich um Ereignisse handeln, die unter sich in keinem Kausalverhältnis stehen. Eine zum voraus vereinbarte Begegnung ist infolgedessen kein Zufall. Die Ursachen dürfen nicht aufeinander hingeeordnet sein. Zweitens wird verlangt, dass eine neue Wirkung hervorgerufen wird. Eine Begegnung, die vollständig passiv abläuft, wie z. B. die zahlreichen indifferenten Begegnungen auf der Strasse, sind keine Zufälle.

Mit dieser Präzisierung wird eine befriedigendere Definition des Zufalles erreicht. Sie umfasst indessen immer noch Erscheinungsformen, die an sich interessant und bemerkenswert sind, jedoch nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch nicht mehr als Zufälle betrachtet werden. Wir können diese Abarten hier nur kurz andeuten. Bei einem Dialog beispielsweise werden meistens neue Wirkungen, unter Umständen sogar explosionsartige Erregungen, hervorgerufen. Wir haben es da meistens mit dem Zusammentreffen verschiedener Meinungen zu tun. Durch das Auftreten unterschiedlicher Ansichten werden neue Reaktionen ausgelöst, wie Empörung, Enttäuschung, Begeisterung, Erkenntnisse oder auch Missverständnisse usw. Man wird kaum be-

streiten können, dass solche Ergebnisse – mutatis mutandis – durchaus den Charakter von Zufällen tragen und definitionsgemäss in gleicher Weise wie diese entstehen.

Das ist indessen nicht alles. Der menschliche Geist besitzt die erstaunliche Fähigkeit, eine Kontroverse in Gang zu setzen, indem er sich selbst in eine Auseinandersetzung verwickelt. Erfahrungsgemäss resultiert daraus nicht selten eine neue brauchbare Einsicht. Dass solche auf gedanklichem Wege hervorgerufenen Begegnungen sehr wirksam sein können und damit das Kennzeichen von Zufällen annehmen, bedarf keiner weiteren Darlegungen. Hierher gehören wohl auch die Erscheinungen des Einfalles. Sie werden durch das Über-Legen des Unbekannten mit probeweise erdachten Auffassungen hervorgerufen. Besonders klar tritt diese Arbeitsweise beim Astronomen Johannes Kepler in Erscheinung. Seine religiösen Vorstellungen über die Harmonie der Welt führten ihn zu geistreichen Spekulationen über die Struktur des Weltalls und als Folge davon zur «zufallsmässigen» Entdeckung seiner berühmten Gesetze.

Ein Gebiet, das sich nach der gegebenen Definition ebenfalls unter die Begegnungszufälle einordnen lässt, bilden die überraschenden Fügungen im Abstrakten. Es sei uns gestattet, kurz darauf hinzuweisen. In der Mathematik gibt es sonderbare, überraschende Begegnungen, die einen tiefen Eindruck erzeugen. Wir denken z. B. an die Begegnung des goldenen Schnittes beim Drudenfuss (Pentagramm) sowie bei den Seitenlängen des regulären Zehneckes und beim unendlichen Kettenbruch  $\frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}$ . Eine andere Begegnung von sonderbarer

Art und von faszinierender Wirkung bildet das Zusammentreffen der eigenartigen Grössen  $e$ ,  $\pi$  und  $i$  in der Eulerschen Formel  $e^{i\pi} = -1$ .

Man wird sich vielleicht sträuben, solche Begegnungen als abstrakte Zufälle gelten zu lassen. Andererseits kann man kaum bestreiten, dass diese Erscheinungen als erstarrte Begegnungszufälle noch im Bereich der gegebenen allgemeinen Definition (von Rümelin) liegen. Zweifellos wäre es eine dankbare Aufgabe, das grosse Gebiet dieser Erscheinungen zu durchforschen, liegt doch hier die Wunderwelt der Mathematik.

## Die Wahrscheinlichkeit

Wie einleitend betont, ist es ein vordringliches Anliegen des Erkenntnistheoretikers, und insbesondere des Versicherungsmathematikers, in die Eigenart und Wesenheit des Zufalles einzudringen, um auf diesem Wege neue Kenntnisse über sein Verhalten und seine Auswirkungen zu gewinnen. Wir denken dabei nicht an eine Entwicklung des menschlichen Erkenntnisvermögens zu einem laplaceschen Geist. Dazu müsste eine durchgängige Hegemonie der Kausalität vorausgesetzt werden, eine Vorstellung, die sehr suggestiv wirkt, dem Phänomen des Zufalles aber unseres Erachtens nicht gerecht wird.

Bei der Annahme einer durchgängigen Kausalität im Weltgeschehen handelt es sich um eine Vorstellung, die durchaus dienlich sein kann, so z. B. in der Ausgestaltung der Unfallverhütung, wo man mit Vorteil annimmt, der Zufall werde mehr oder weniger kausal bewirkt.

Unseres Erachtens kann ein Fortschritt in der Auslegung des Zufalles vor allem aus einer Vertiefung und Erweiterung der theoretischen Hilfsmittel, so z. B. der Wahrscheinlichkeitsrechnung, erhofft werden. Wir stützen uns dabei auf eine bedeutsame These der Philosophie *Ferdinand Gonseths*. Darnach ist das wissenschaftliche Vorgehen nicht ein Weg von Gewissheit zu Gewissheit, sondern ein Weg von provisorischen und summarischen Evidenzen zu neuen erfolgreichereren summarischen Evidenzen. Es folgt hieraus, wie *Bernays* [7] ausführt, die Erkenntnis, dass man in der theoretischen Naturbeschreibung nicht zu einer adäquaten Darstellung des Wirklichen gelangen kann, sondern nur zu einer schematischen Korrespondenz. Diese schematische Korrespondenz kann jedoch ausgebaut, verfeinert und immer von neuem revidiert werden.

Die erfolgreichste schematische Darstellung, die bisher auf dem Gebiete des Zufalles aufgedeckt werden konnte, ist zweifellos die Wahrscheinlichkeitsrechnung. In der Wahrscheinlichkeitsrechnung haben wir, wenn wir uns der Ausdrucksweise von *Bernays* bedienen, eine Gegenständlichkeit *sui generis* vor uns. Es ist die Gegenständlichkeit des Mathematischen. Dies folgt aus der Tatsache, dass die Wahrscheinlichkeitsrechnung aus sich selbst in geradezu erstaunlicher Weise nach allen Seiten entwickelt und ausgestaltet werden konnte.

Die Korrespondenz zwischen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Wirklichkeit der Zufallserscheinung ist indessen ausserordentlich merkwürdig. In der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist, soweit es sich um die mathematische Gegenständlichkeit handelt, kein Merkmal zu finden, das aus dem Zufallsbegriff folgt. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung resultiert im wesentlichen aus der Kombinatorik. Wie bereits von verschiedenen namhaften Autoren bemerkt wurde, lassen sich die Sätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung, wie sie in der Statistik zur Anwendung gelangen, direkt aus der Kombinatorik und ihren Erweiterungen gewinnen. Der Begriff des Zufalles spielt hier nicht hinein.

In der Kombinatorik handelt es sich um Anordnungen, und das Grundprinzip besteht darin, dass jede Anordnung der Elemente mit gleicher Berechtigung realisiert werden kann. So lässt sich aus 6 Kugeln auf  $\binom{6}{2} = 15$  unterschiedliche Arten (ohne Wiederholung) ein Paar auswählen. Sind 2 Kugeln weiss und die übrigen schwarz, so gibt es unter den 15 Anordnungen nur eine mit zwei weissen Kugeln. Das Verhältnis zur Gesamtzahl der Anordnungen wird damit  $1/15$ . Nun ist es gar nicht so selbstverständlich, dass diese Zahl erfahrungsgemäss mit der Häufigkeit übereinstimmt, aus einer Urne mit 6 Kugeln, wovon 2 weiss sind, nacheinander (ohne Zurücklegung) 2 weisse zu ziehen. In dieser Konkordanz liegt ein Geheimnis. Man muss sich fragen, wie und woher sie kommt. Man weiss es eigentlich nicht. Jedenfalls ist sie höchst erstaunlich. Man kann sagen, dass die Geburtsstunde der Wahrscheinlichkeitsrechnung mit dieser Entdeckung zusammenfällt, mit der Idee der Fundamentalmenge[8]. Darunter versteht man die Inventarliste aller möglichen Anordnungen, welche eine Menge von Elementen bewirkt. Dieser für das Entspreissen der Wahrscheinlichkeitsrechnung äusserst wichtige Begriff wird im Werk «De ludo aleae» von Girolamo Cardano (1501–1576) eingeführt. Es handelt sich um eine Eingebung, die unmittelbar zur Aufstellung der Kombinatorik führte, die etwa ein Jahrhundert später durch Leibnitz begründet wurde. Die Kombinatorik ist die Urinstanz der Wahrscheinlichkeitsrechnung, eine Gegenständlichkeit der Mathematik. Aus ihr lassen sich die Fundamentalsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung, ohne direkte Bezugnahme auf das reale Geschehen, ableiten, obwohl die Kombinatorik bevor sie zur Grundlage der Wahrscheinlichkeitsrechnung gemacht wird, mit dem Zufall nicht das geringste zu tun hat. Zwischen dem Bereich des Zufälligen im Konkreten und den Verhältniszahlen und

ihren Relationen in der Kombinatorik besteht jedoch eine sehr erspriessliche, eigenartige Korrespondenz. Sie erscheint bei Glücksspielen besonders ausgeprägt, indem hier die Übereinstimmung zwischen dem Gedankenschema und den realen Ergebnissen ausgesprochen zufriedenstellend ausfällt.

Diese wichtige Erfahrungstatsache weist darauf hin, dass für die Erklärung des Zufalles neben der Vorstellung des kausalen Zusammenhanges noch eine andere dienlich sein kann, nämlich die Idee der Fundamentalmenge oder der Anordnung, wie sie in der Kombinatorik realisiert werden kann. Es will uns scheinen, dass man viele Schwierigkeiten in der Erklärung des Zufalles überbrücken kann, wenn man zum Gedanken des Kausalzusammenhanges das Schema der kombinatorischen Ordnung hinzunimmt und daraus auf ein Walten des Naturgeschehens schliesst, in dem beide Komponenten wirksam sind. Dabei zeigt die Erfahrung, dass ein Vorgang um so mehr den Gesetzen der Kausalität gehorcht, je mehr er durch erstarrte Einwirkungen der Aussenwelt eingeengt wird, andererseits aber um so mehr das Schema der Kombinatorik befolgt, je ungebundener er sich auswirken kann, wie z. B. die Kugeln in einer Urne.

Selbstverständlich liegt in dieser Interpretation keine endgültige oder unanfechtbare Auffassung der Dinge. Sie erscheint jedoch dienlich. Auf Grund einer solchen Anschauung lassen sich die Eigenschaften des Zufalles besser, d. h. in befriedigender Weise, deuten. Die Beeinflussbarkeit des Zufalles, wie sie in der Unfallverhütung zutage tritt, folgt aus der Kausalität; die Tendenz nach kombinatorischer Gleichstellung folgt aus der Idee der Fundamentalmenge. Die Gleichstellung ist der Inbegriff der in der Wahrscheinlichkeitsrechnung viel diskutierten Gleichmöglichkeit.

Im Versicherungswesen hat man weitgehend mit vornehmlich kausal beeinflussten Zufallserscheinungen zu tun. Die Korrespondenz zwischen dem «Zufälligen im Konkreten» und den Verhältniszahlen, wie sie aus der Kombinatorik folgen, ist deshalb teilweise gestört. Mit Recht wird deshalb mit Nachdruck auf die Notwendigkeit hingewiesen, zwischen der statistischen Wahrscheinlichkeit, wie sie aus Häufigkeitsbeobachtungen resultiert, einerseits und der mathematischen Wahrscheinlichkeit, wie sie der mathematischen Gegenständlichkeit entnommen werden kann, andererseits zu unterscheiden. Dieses Erfordernis ist um so mehr berechtigt, je stärker die kausale Komponente in Wirksamkeit tritt. — Auf das Auseinanderklaffen der statistischen und der mathematischen Wahrscheinlichkeit hat unter anderen *A. Loewy* [9] besonders ein-

dringlich hingewiesen. Nach ihm erfüllen die statistischen Wahrscheinlichkeiten nie die für mathematische Wahrscheinlichkeiten zu treffenden Grundbedingungen. Er verweist z. B. auf die Sterbenswahrscheinlichkeit  $q_x = d_x : l_x$  und meint, dass diese nur die Form einer mathematischen Wahrscheinlichkeit besitze, auf die man die Theoreme der Wahrscheinlichkeitsrechnung nicht ohne nähere Prüfung anwenden dürfe.

Leider ist es so, dass eine solche Prüfung, wie sie hier mit Recht gefordert wird, vielfach unterbleibt oder undurchführbar erscheint.

Eine auffallende Dissonanz zwischen den statistischen Erfahrungen und den rein theoretischen Ergebnissen der mathematischen Wahrscheinlichkeitsrechnung bilden die grossen, jenseits der Erwartungen liegenden Schwankungen, wie sie bei statistischen Zeitreihen auftreten können. So wurde schon verschiedentlich auf die aus dem Rahmen fallenden zeitlichen Schwankungen der Sterblichkeit hingewiesen.

Leider ist es auch deshalb schwierig, festzustellen, in welchem Ausmass sich die hier in Rede stehenden Divergenzen zwischen Theorie und realem Geschehen auswirken, weil die Möglichkeit der Verifikation im Zufallgeschehen beeinträchtigt ist, da jeder Abweichung eine, wenn auch noch so kleine, Wahrscheinlichkeit zukommt. Das mag auch der Grund sein, dass es nicht recht gelingen will, aus diesen Unzulänglichkeiten herauszukommen.

Ein eindringender Versuch, die Schwierigkeiten zu beheben, bildet die Kollektivmasslehre, wie sie von verschiedenen Autoren, insbesondere von *R. von Mises* [10], entwickelt wurde. Indessen hat man nicht den Eindruck, dass man erfolgreich war. Es fehlt an einer klaren Trennung zwischen dem mathematischen Schema und den statistischen Beobachtungen. Immer wieder taucht die Ungewissheit auf, ob dieses oder jenes beachtenswerte Ergebnis der mathematischen Theorie, also der Gegenständlichkeit des Mathematischen, entstammt oder dem konkreten Geschehen.

Die bestmögliche Aussicht, die dargelegten Schwierigkeiten zu überwinden, bestünde in einer Erweiterung der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie zu einer autonomen Disziplin, in der zu den kombinatorischen Relationen auch die Kausalität einbezogen wird, so dass eine eindeutige und saubere Wechselbeziehung zwischen dem Konkreten und den Schemata erreicht würde. Eine solche Erweiterung stellt zweifellos ein dringendes Bedürfnis dar.

Das Schema ist nach allgemeiner Auffassung das Vorbild und gleichsam das Modell zu den möglichen Gegenständen der Erfahrung. Es ist «das Vermittelnde des inneren und äusseren Sinnes».

Die Entdeckung von geeigneten Schemata für einen bestimmten Erfahrungsbereich, wie z. B. für die Statistik, ist ein ausserordentliches Ereignis. In der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist es bis anhin im wesentlichen bei der Entdeckung der Idee der Fundamentalmenge geblieben. Zwar hat die Theorie der Spiele neue Ausblicke eröffnet, vor allem soweit die Sonderheit der Begegnung zum Ausdruck kommt; indessen fehlt das Bindeglied zum Begegnungszufall.

Angesichts der andauernden Fortschritte der Wissenschaft erscheint es durchaus nicht als ausgeschlossen, dass durch eine Vertiefung der Kenntnisse auf dem Wege der Erforschung der Zufallserscheinungen und durch neue Ideen hinsichtlich der Ausgestaltung der schematischen Darstellung Erfolge erzielt werden können. Im gegenwärtigen Stadium schien es uns vordringlich, zunächst auf die bestehenden Mängel und auf ihre charakteristische Eigenartigkeit hinzuweisen.

### Literaturverzeichnis

- [1] *Jecklin, Heinrich*: Historisches zur Wahrscheinlichkeitsdefinition, *Dialectica* Vol. 3, No. 9/10, 1949; *Mitteilungen schweiz. Versicherungsmathematiker*, 70. Band, Heft 2, 1970, S. 405.
- [2] – Ergebnisse der Unfallstatistik 1963–1967, schweizerische Unfallversicherungsanstalt Luzern.
- [3] *Laplace*: *Théorie analytique des probabilités*, Werke 7. Bd., 1847.
- [4] *Poincaré, Henri*: «Le hasard», in: *Science et Méthode*, 1909.
- [5] *Planck, Max*: *Wege zur physikalischen Erkenntnis*, 1933.
- [6] *Heitler, Walter*: *Naturphilosophische Streifzüge*, Vieweg Verlag, 1970
- [7] *Bernays, Paul*: Die schematische Korrespondenz und die idealisierten Strukturen, *Dialectica*, Vol. 24, 1970.
- [8] *Bühlmann, Hans*: Die «Geburtsstunde» der mathematischen Statistik, *Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, Heft 3, 1964.
- [9] *Loewy, A.*: *Manes Versicherungslexikon*, S. 1541.
- [10] *Mises, R. v.*: *Wahrscheinlichkeitsrechnung*, 1931.



## Zusammenfassung

Einleitend wird vorerst die Bedeutung und die Tragweite der Zufallserscheinungen für das Aufkommen des Versicherungswesens hervorgehoben und auf die Diskrepanz zwischen dieser Entwicklung und den spärlichen Kenntnissen über das Wesen des Zufalles hingewiesen. Im Bestreben zur Klärung der in diesem Zusammenhang auftretenden fundamentalen Begriffe werden zunächst die empirisch feststellbaren Eigenschaften des Zufalles dargelegt, um alsdann die von anerkannten Wissenschaftlern gegebenen Deutungen und Definitionen des Zufalles einer kritischen Betrachtung zu unterziehen. Im letzten Abschnitt wird auf die mathematische Darstellung, wie sie durch die klassische Wahrscheinlichkeitsrechnung mit erstaunlichem Erfolg benützt wird, eingegangen.

## Summary

By way of introduction, importance and significance of fortuities in the development of insurance matters are first pointed out, as well as the discrepancy between this development and the meagre knowledge about the nature of fortuity. Endeavouring to clear up the fundamental concepts in this connection, the empirically determinable features of fortuity are set forth, whereupon interpretations and definitions of fortuity as given by recognized scientists are subjected to critical consideration. The last section enters into the mathematical presentation and how it is applied with amazing success by using the classic probability calculus.

## Résumé

L'auteur met en évidence la signification et la portée de l'événement aléatoire dans le développement de la science actuarielle. Il relève, en outre, la disparité entre ce développement et les connaissances limitées quant à l'essence du hasard. Afin d'illustrer les notions fondamentales de ce phénomène, il en expose, tout d'abord, les propriétés empiriques établies, puis il en analyse les interprétations et définitions fournies par des scientifiques renommés. Il aborde, en dernier lieu, la description mathématique du problème, basée sur la méthode classique du calcul des probabilités, dont l'application se révèle d'une efficacité surprenante.

## Riassunto

Nella parte introduttiva si dà rilievo innanzi tutto all'importanza e all'effetto delle casualità nel diffondersi dell'assicurazione in generale e si richiama l'attenzione del lettore sul contrasto tra questo sviluppo e le scarse nozioni sulla natura dell'accidentalità. Nell'intento di schiarire i concetti fondamentali che si affacciano a questo proposito, prima si spiegano quelle caratteristiche dell'accidentalità che si possono accertare empiricamente, poi si sottomettono interpretazioni e definizioni dell'accidentalità, fornite da scienziati riconosciuti, ad una considerazione critica. Nello squarcio finale si parla della rappresentazione matematica, e più precisamente dell'applicazione estremamente efficace del calcolo delle probabilità.

