

Zeitschrift für philosophische Forschung 60, 2006, 241-268.

Die Propensity-Theorie der Wahrscheinlichkeit

von

Dr. Jacob Rosenthal

Institut für Philosophie der Universität Bonn

Am Hof 1

53113 Bonn

Telefon: 0228 / 73-7740

Email: Jacob.Rosenthal@uni-bonn.de

In diesem Aufsatz möchte ich eine Darstellung und Bewertung der sog. Propensity-Theorie der Wahrscheinlichkeit geben. Diese konzipiert Wahrscheinlichkeiten als reale „Neigungen“ oder „Tendenzen“ experimenteller Arrangements zur Hervorbringung bestimmter Resultate. Damit gibt sie Wahrscheinlichkeitsaussagen eine objektive, ontologische Interpretation. Ihre Konkurrenten in diesem Feld sind die Häufigkeitstheorie, der zufolge sich Wahrscheinlichkeitsaussagen auf relative Häufigkeiten, und die Symmetrieauffassung, der zufolge sie sich auf Symmetrieverhältnisse beziehen. Bevor ich zur Propensity-Theorie komme, möchte ich grundsätzlich etwas über subjektive und objektive Interpretationen des Wahrscheinlichkeitsbegriffs sagen (Abschnitt 1). Dann spreche ich die Alternativen zur Propensity-Theorie im Bereich der objektiven Interpretationen an (Abschnitt 2), um nach diesen Vorbereitungen die Propensity-Konzeption zu diskutieren (Abschnitt 3).¹

1 Subjektive und objektive Wahrscheinlichkeiten

Die philosophischen Interpretationen des Wahrscheinlichkeitsbegriffs lassen sich grob in subjektive und objektive einteilen. Den subjektiven Auffassungen zufolge ist „Wahrscheinlichkeit“ ein *epistemischer* Begriff. Eine Wahrscheinlichkeitsaussage bringt zum Ausdruck, wie stark der Sprecher mit dem Eintreten eines bestimmten Ereignisses rechnet, oder wie stark die ihm vorliegenden Informationen für die Wahrheit einer bestimmten Aussage sprechen. Wahrscheinlichkeiten sind in dieser Sichtweise subjektive Überzeugungsgrade (engl. „degrees of belief / credence / confidence / conviction“) oder Stützungs- bzw. Bestätigungsgrade einer Aussage durch gegebene Evidenzen (engl. „degrees of support / confirmation“). Sie zeigen an, dass und in welchem Grade sich der Sprecher des ausgesagten Sachverhalts unsicher ist oder es rationalerweise sein sollte. Wahrscheinlichkeitsaussagen beziehen sich demzufolge auf die epistemische Situation von Erkenntnis**subjekten**: daher die Bezeichnung „subjektive Interpretationen“. Mit „subjektiv“ im Sinne von „willkürlich, beliebig“ hat das zunächst einmal nichts zu tun. Inwieweit Überzeugungsgrade rational begründbar oder kritisierbar sind, oder wie groß der Spielraum eines vernünftigen Subjekts angesichts ihm vorliegender Informationen ist, hängt von der theoretischen Ausgestaltung der Grundidee ab. Insofern wäre es besser, statt von subjektiven von epistemischen Interpretationen des Wahrscheinlichkeitsbegriffs zu sprechen, aber dieser Terminus ist weniger gebräuchlich.

Konzeptionen dieser Art knüpfen an die Alltagsverwendung des Wortes „wahrscheinlich“ und verwandter Ausdrücke an.² Wir haben in der Alltagssprache ein grob gestuftes Spektrum an Ausdrücken zur Verfügung um anzuzeigen, wie ein bestimmter Sachverhalt angesichts der uns vorliegenden Informationen dasteht. Dieses Spektrum reicht von „ganz sicher nicht“ über „sehr unwahrscheinlich“ und „eher unwahrscheinlich“ bis zu

¹ Eine eingehendere Behandlung dieser Themen findet man in meiner Doktorarbeit (Rosenthal 2004). Eine andere neuere Darstellung philosophischer Theorien des Wahrscheinlichkeitsbegriffs, deren Schwerpunkt ebenfalls auf der Propensity-Theorie liegt, ist Gillies 2000.

² Diese alltägliche Verwendung wird von Toulmin 1958 (Kap. 2) und Lucas 1970 (Kap. 1, 2) genauer untersucht.

„ziemlich wahrscheinlich“, „extrem wahrscheinlich“ und schließlich „absolut sicher“. Die Wahrscheinlichkeit mit ihren verschiedenen Graden fungiert im Alltag als epistemische Qualifikation eines Aussageinhaltes und hat als Grenzfälle die „Sicherheit, dass“ bzw. die „Sicherheit, dass nicht“. Dieser Wahrscheinlichkeitsbegriff weist als solcher keine Konnotationen auf, die auf eine in den Dingen selbst gelegene Unsicherheit verweisen. Das sieht man deutlich an Wendungen wie „es ist sehr unwahrscheinlich, dass sich die Sache so abgespielt hat“ oder „er ist wahrscheinlich schon gestern angekommen“.

Die philosophische Explikationsaufgabe besteht an dieser Stelle darin, den Begriff des Überzeugungs- bzw. Bestätigungsgrades genauer zu fassen und Rationalitätskriterien für solche Grade anzugeben. Für dieses Unternehmen gibt es eine klare Vorgabe: eine Brücke zur mathematischen Wahrscheinlichkeitsrechnung mit ihren zahlreichen Anwendungen zu schlagen. Dazu müssen sich erstens die Überzeugungs- bzw. Bestätigungsgrade exakt quantifizieren lassen, und zweitens muss gezeigt werden, dass die derart präzisierten Grade den mathematischen Axiomen der Wahrscheinlichkeit genügen. Diese Aufgabe wurde um 1930 herum vollständig gelöst, und zwar unabhängig von Frank P. Ramsey und Bruno de Finetti.³ Die Grundidee für die exakte Quantifikation ist die Einführung von Wetten. Der genaue Überzeugungsgrad, den eine Person für einen bestimmten Sachverhalt hat, offenbart sich darin, wie viel die Person bei einer Wette gegen eine bestimmte Summe höchstens einzusetzen bereit wäre, oder auch darin, welchen Wettquotienten sie bei einer Wette auf den besagten Sachverhalt für fair halten würde. Man kann so jeder Person zu jedem Zeitpunkt im Prinzip ein System von Überzeugungsgraden für verschiedene Sachverhalte zuordnen. Diese Überzeugungsgrade sollten vernünftigerweise in der Weise kohärent sein, dass eine Person z.B. nicht sowohl auf als auch gegen das Bestehen eines bestimmten Sachverhalts hoch zu wetten bereit sein sollte. Sie würde in diesem Fall nämlich sicher Geld verlieren. Das zentrale „dutch-book-Theorem“ von Ramsey und de Finetti zeigt, dass Überzeugungsgrade genau dann kohärent im Sinne von „immun gegen sichere Wettverluste“ sind, wenn sie den Axiomen der Wahrscheinlichkeitsrechnung genügen.⁴ Die mathematischen Eigenschaften von Wahrscheinlichkeiten ergeben sich bei diesem Zugang also als minimale Rationalitätsbeschränkungen aus der Forderung interner Kohärenz eines Systems von Überzeugungsgraden eines Subjekts zu einem gegebenen Zeitpunkt.

Diese Erkenntnis von Ramsey und de Finetti ist die eine Hälfte der heutigen Standardtheorie subjektiver Wahrscheinlichkeiten, des sog. Bayesianismus. Man kann sagen, dass diese Hälfte die Statik von Überzeugungsgraden betrifft. Die andere Hälfte betrifft ihre Dynamik, nämlich ihre zeitliche Änderung angesichts neuer Evidenzen. Diese Änderung

³ Ramsey 1990, de Finetti 1964, 1993.

⁴ Diese Axiome sind (i) Nichtnegativität: Die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses ist eine positive reelle Zahl oder Null. (ii) Normiertheit: Die Wahrscheinlichkeit eines sicheren Ereignisses ist 1. (iii) Additivität: Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass A oder B eintritt, ist gleich der Summe der Wahrscheinlichkeiten von A und B , falls A und B Ereignisse sind, die sich gegenseitig ausschließen. Kurz: Die Wahrscheinlichkeit ist eine nicht negative, normierte und additive Funktion von Ereignissen in die reellen Zahlen. Analoge Axiome lassen sich formulieren, wenn man Wahrscheinlichkeiten Sachverhalten (Aussageinhalten, Propositionen) oder Aussagen zuschreibt. Welchen Entitäten Wahrscheinlichkeiten zugeordnet werden, ist in erster Linie eine Frage der Konvention. Bei einer subjektiven Interpretation der Wahrscheinlichkeit bieten sich eher Aussagen oder Sachverhalte, bei einer objektiven eher Ereignisse an.

erfolgt rationalerweise durch „Konditionalisieren“.⁵ Auch dieses Konditionalisieren zur Änderung von Überzeugungsgraden, wenn neue Informationen gegeben sind, lässt sich durch Kohärenzüberlegungen rechtfertigen, allerdings eher im Sinne einer Plausibilisierung als eines zwingenden Argumentes. Der Bayesianismus ist als Theorie der rationalen Statik und Dynamik von Überzeugungsgraden enorm leistungsfähig, weit ausgearbeitet, und zumindest in seinem Grundgerüst unumstritten.⁶ Dieses Grundgerüst sieht für Überzeugungsgrade nur minimale Rationalitätsbeschränkungen vor, die aus Kohärenzforderungen erwachsen, und eine wichtige Frage ist demzufolge, ob und wie man darüber hinaus kommen kann. Um diesen und andere Punkte im Zusammenhang mit dem Bayesianismus gibt es eine rege philosophische Debatte, die hier noch nicht einmal angedeutet werden kann. Es lässt sich aber festhalten, dass der Bayesianismus die Standardtheorie subjektiver Wahrscheinlichkeiten ist.

Weniger klar ist die Situation im Feld der *objektiven* Interpretationen des Wahrscheinlichkeitsbegriffs. Diesen zufolge beziehen sich Wahrscheinlichkeitsaussagen primär auf die zu erkennende Wirklichkeit und werden von dieser wahr oder falsch gemacht. Es sind Aussagen über Erkenntnisobjekte, und nicht, oder nicht in erster Linie, Aussagen über die epistemische Situation urteilender Subjekte. Der Häufigkeitstheorie zufolge beziehen sie sich auf tatsächliche oder hypothetische relative Häufigkeiten, der Symmetrieauffassung zufolge auf physikalische Symmetrien, und der Propensity-Theorie zufolge auf reale „Tendenzen“ in der Natur. All dies wird noch näher zu erläutern sein. Der gemeinsame Nenner dieser sehr verschiedenen Interpretationen ist, dass die Wahrscheinlichkeit in einer Aussage ein ganz normaler Teil des ausgesagten Inhalts ist, und nicht eine Sprecher-relative Qualifikation mit Blick auf unzureichende Informationen. Insofern könnte man statt von objektiven auch von ontologischen Interpretationen der Wahrscheinlichkeit sprechen, wiederum werde ich mich aber an die gebräuchlichere Terminologie halten.

Objektive Interpretationen knüpfen vor allem an die Verwendung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs in wissenschaftlichen Kontexten an. Wenn ein Physiker einem Atom eine präzise Zerfallswahrscheinlichkeit für einen bestimmten Zeitraum zuschreibt, dann möchte er damit zunächst einmal eine Aussage über dieses Atom machen, oder über dieses Atom einschließlich seiner physikalischen Umgebung, vielleicht auch bloß eine Aussage über Atome dieser Art, d.h. über das chemische Element, von dem das vorliegende Atom ein Vertreter ist – aber jedenfalls über die physikalische Wirklichkeit. Und nicht, wenigstens nicht in erster Linie, über seine Informationssituation hinsichtlich der Hypothese des Atomzerfalls in dem besagten Zeitraum. Es wäre recht merkwürdig, der Aussage des Physikers die Bedeutung zu geben, dass „er aufgrund der ihm vorliegenden Evidenzen so-

⁵ Dabei kommen sog. *bedingte* Wahrscheinlichkeiten ins Spiel, nämlich „die Wahrscheinlichkeit von A unter der Bedingung B “, zu verstehen als die Wahrscheinlichkeit dafür, dass A der Fall ist, unter der hypothetischen Annahme, dass B der Fall ist. Die neue subjektive Wahrscheinlichkeit für A , wenn das Subjekt die Evidenz B erlangt, ist gleich der alten bedingten Wahrscheinlichkeit von A unter der Bedingung B , und diese ist gleich der Wahrscheinlichkeit von (A und B), dividiert durch die Wahrscheinlichkeit von B . In Formeln: $P_{\text{neu}}(A) = P_{\text{alt}}(A|B) = P_{\text{alt}}(A \text{ und } B) / P_{\text{alt}}(B)$. Der rechts stehende Quotient kann in vielen wichtigen Anwendungsfällen mittels der Bayesschen Formel ausgerechnet werden, die ein zentrales mathematisches Theorem für bedingte Wahrscheinlichkeiten ist. Daher rührt die Bezeichnung „Bayesianismus“.

⁶ Umfassende Darstellungen des Bayesianismus, seiner Anwendungen und Probleme geben (affirmativ) Howson/Urbach 1993 und (kritischer) Earman 1992.

und-so stark damit rechnet, dass das Atom in dem besagten Zeitraum zerfällt.“ Er würde natürlich, soviel ist wahr, die von ihm angegebene Wahrscheinlichkeit auch als fairen Wettquotienten für eine entsprechende Wette vorschlagen, und daher können wir sie ihm auch als subjektiven Überzeugungsgrad zuschreiben. Aber das kann kaum die primäre Bedeutung seiner Aussage sein. Physikalische Theorien sind Theorien über die (grundlegenden Strukturen der) Natur, und nicht über unsere Informationssituation, und entsprechend sollten Wahrscheinlichkeitsaussagen, die als Teil solcher Theorien oder als Folgerung aus ihnen auftreten, als Aussagen über die Natur rekonstruiert werden können. Allgemein gesprochen, beziehen sich die Begriffe wissenschaftlicher Theorien auf den entsprechenden Wirklichkeitsbereich, und der Wahrscheinlichkeitsbegriff sollte dabei keine Ausnahme bilden. Dies scheint auf jeden Fall dann gelten zu müssen, wenn wir es, was beim radioaktiven Zerfall die gängige Auffassung ist, mit einem genuin indeterministischen Phänomen zu tun haben, für das es keine vollständige Kausalerklärung gibt. Zumindest bei solchen Phänomenen ist es unumgänglich, die Wahrscheinlichkeiten in irgendeiner Weise in der Wirklichkeit selbst zu verorten, während, wenn eine vollständige Kausalerklärung prinzipiell möglich wäre, die Rede von Wahrscheinlichkeiten grundsätzlich entbehrlich scheint. Insofern könnte man auf den Gedanken kommen, von objektiven Wahrscheinlichkeiten überhaupt nur im Zusammenhang mit genuin indeterministischen Vorgängen zu sprechen. Doch wäre dies eine zu gravierende Vorentscheidung. Zunächst einmal haben alle Wahrscheinlichkeiten, die im Rahmen gut bestätigter probabilistischer Theorien und Modelle auftreten, den Anspruch, etwas über die subjektunabhängige Wirklichkeit auszusagen, und die Frage ist eben, was sie darüber sagen. Erst im weiteren Verlauf der Analyse könnte sich dann herausstellen, dass jeder befriedigende objektive Wahrscheinlichkeitsbegriff den Indeterminismus impliziert.

Nach dieser skizzenhaften Charakterisierung subjektiver oder epistemischer („de dicto“) und objektiver oder ontologischer („de re“) Interpretationen von Wahrscheinlichkeiten möchte ich nun kurz darauf eingehen, wie sich die beiden Seiten zueinander verhalten. Es ist alles andere als klar, ob es sich hierbei um konkurrierende Interpretationen von Wahrscheinlichkeiten handelt, zwischen denen man sich entscheiden muss, oder eher um nebeneinander stehende, von denen je nach Situation mal die eine, mal die andere angemessen ist, oder etwa um zwei Aspekte des Wahrscheinlichkeitsbegriffs, die beide immer vorhanden sind und aufeinander verweisen.⁷ Ich möchte dazu folgendes vertreten. „Wahrscheinlich“ stammt aus der Alltagssprache und ist dort klarerweise ein epistemischer Begriff. Insofern ist der subjektive Wahrscheinlichkeitsbegriff, der durch den Bayesianismus theoretisch gefasst wird, primär. Der epistemische Aspekt ist ausnahmslos bei allen Wahrscheinlichkeitsaussagen vorhanden. Auch wenn diese sich in gewissen Kontexten auf relative Häufigkeiten, Symmetrieverhältnisse oder „Tendenzen“ beziehen sollten, gäbe es doch keinen Grund, diese Entitäten als Wahrscheinlichkeiten zu bezeichnen, wenn nicht die besagten Kontexte Kontexte epistemischer Unsicherheit wären und die genannten Größen in ihnen die richtigen

⁷ Carnap 1945 ist der erste Autor, der explizit zwei Wahrscheinlichkeitsbegriffe unterscheidet, und zwar logische Wahrscheinlichkeit, d.i. induktiv-logischer Bestätigungsgrad, und statistische Wahrscheinlichkeit, d.i. relative Häufigkeit auf lange Sicht.

Überzeugungsgrade liefern würden. Man kann objektive Wahrscheinlichkeiten geradezu definieren als dasjenige an der Wirklichkeit, was gewisse Überzeugungsgrade zu den einzig richtigen oder angemessenen macht. Die Frage ist dann, ob es so etwas gibt, wenn ja, um welchen Aspekt der Wirklichkeit es sich handelt, und wie seine normative Kraft bzgl. Überzeugungsgraden zu verstehen ist. Umgekehrt stellt sich bei Überzeugungsgraden immer die Frage, durch Berufung worauf sie sich über Kohärenzüberlegungen hinaus rechtfertigen lassen, was es ist, das einen mit einem bestimmten Ereignis richtigerweise so-und-so stark rechnen lässt. Dies werden zumindest in Fällen, wo die Wahrscheinlichkeiten präzise angegeben werden können, bestimmte quantifizierbare Aspekte der Wirklichkeit sein, und im Rahmen empirisch-wissenschaftlicher Theorien und Modelle werden dann diese Größen zum primären Referenzobjekt von Wahrscheinlichkeitsaussagen, während der Aspekt des Überzeugungsgrades in den Hintergrund tritt. Ich meine also, dass wenigstens in solchen Kontexten der Wahrscheinlichkeitsbegriff einen subjektiven (epistemischen) und einen objektiven (ontologischen) Aspekt besitzt, die aufeinander verweisen und je nach Blickrichtung unterschiedlich stark betont werden können. Ob der objektive Aspekt auch bei den typischen, vagen Wahrscheinlichkeitsaussagen des Alltags wenigstens untergründig stets vorhanden ist, ist freilich weniger klar.

2 Die Symmetrieauffassung und die Häufigkeitstheorie

Der objektive Aspekt von Wahrscheinlichkeitsaussagen, sofern er vorhanden ist, bezieht sich also auf solche empirischen Größen, die in Kontexten epistemischer Unsicherheit gewisse Überzeugungsgrade zu den richtigen oder angemessenen machen. Um was für Größen könnte es sich dabei handeln, und wie werden durch sie Überzeugungsgrade gerechtfertigt? Zwei Kandidaten legen sich aufgrund der Zuschreibungspraxis von Wahrscheinlichkeiten nahe: physikalische Symmetrien und relative Häufigkeiten. Auf Symmetrien beruht die mathematische Behandlung von Glücksspielen wie Karten- und Würfelspielen, Roulette oder Lotto, von der die neuzeitliche Wahrscheinlichkeitsrechnung ihren Ausgang nahm⁸, beruhen aber auch viele Wahrscheinlichkeitsaussagen der Physik, etwa der statistischen Mechanik. Relative Häufigkeiten sind die Grundlage der zahlreichen statistischen Test- und Schätzverfahren für Wahrscheinlichkeiten, die universell angewendet werden. Dass bei der Frage: „Wie kommen wir zu präzisen Wahrscheinlichkeitsaussagen, wie rechtfertigen oder kritisieren wir sie?“ immer entweder auf relative Häufigkeiten oder auf physikalische Symmetrien verwiesen wird, impliziert freilich nicht, dass auch die Frage „Was bedeuten Wahrscheinlichkeitsaussagen als Aussagen über die Wirklichkeit, aufgrund wovon sind sie

⁸ Im 17. Jh. entwickelte sich durch Arbeiten von Fermat, Huygens und Pascal die klassische Konzeption der Wahrscheinlichkeit, die in Laplace 1814 kulminierte. Sie bestimmt die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses als die Anzahl der für dieses Ereignis „günstigen“ dividiert durch die Anzahl aller möglichen Fälle, wobei die möglichen Fälle „gleichmöglich“ sein müssen. Ob diese Auffassung der subjektiven oder der objektiven Seite zugerechnet werden muss, hängt davon ab, was genau „gleichmöglich“ bedeutet. Was ich hier „Symmetrieauffassung“ nenne, ließe sich charakterisieren als der objektive Aspekt oder die objektive Lesart der klassischen Konzeption. Zur Entwicklung des neuzeitlichen Wahrscheinlichkeitsbegriffs siehe Hacking 1975.

wahr oder falsch?“ so beantwortet werden müsste. Dies wäre eine voreilige Zurückführung von Wahrheits- auf Behauptbarkeitsbedingungen. Aber der Verweis auf statistische Häufigkeiten oder physikalische Symmetrien als Wahrmacher für Wahrscheinlichkeitsaussagen liegt doch zumindest nahe.

Zunächst zu den Symmetrien. Hier möchte ich mich ganz kurz fassen, teils aus Platzgründen, teils, weil die Auffassung, Wahrscheinlichkeitsaussagen bezögen sich auf Symmetrien in der Natur, trotz ihrer historischen Bedeutung ihren Kredit seit dem Ende des 19. Jh. eingebüßt hat. Dies hat zwei Gründe. Zum einen möchte man präzise Wahrscheinlichkeiten überall dort zuschreiben, und von objektiven Wahrscheinlichkeiten überall dort sprechen, wo, grob gesagt, trotz Unvorhersehbarkeit des Einzelfalls bestimmte statistische Regelmäßigkeiten zu beobachten sind. Dass allen solchen Regelmäßigkeiten entsprechende Symmetrien zugrunde liegen, ist aber nicht ausgemacht. Die Verteilung der Wahrscheinlichkeiten über die verschiedenen Augenzahlen lässt sich bei einem fairen Würfel auf dessen physikalische Symmetrien zurückführen, aber wie ist es bei den ungleichen Wahrscheinlichkeiten eines verfälschten Würfels? Oder bei der etwas größeren Wahrscheinlichkeit einer Jungen- im Verhältnis zu einer Mädchengeburt? Oder beim radioaktiven Zerfall von Atomen? Das erste Problem der Symmetrieauffassung ist also ihr eingeschränkter Anwendungsbereich. Das zweite Problem ist gewissermaßen die Umkehrung des ersten: Nicht nur können geeignete Symmetrien fehlen, sondern es können sich auch mehrere Symmetrien anbieten, die zu verschiedenen Wahrscheinlichkeitszuschreibungen Anlass geben.⁹ Welche Symmetrien dann die „richtigen“, also diejenigen sind, die die Natur respektiert, sieht man erst an den relativen Häufigkeiten der verschiedenen Ausgänge des jeweiligen Zufallsexperimentes. Es sind diese Häufigkeiten, die letzten Endes über die Zuschreibung von Wahrscheinlichkeiten entscheiden, sowohl bei einer Mehrzahl an Symmetrien, als auch dort, wo keine zu ermitteln sind.¹⁰

Damit kommen wir zur Häufigkeitstheorie der Wahrscheinlichkeit. Dieser zufolge sind Wahrscheinlichkeitsaussagen Aussagen über (hypothetische) relative Häufigkeiten auf lange Sicht. Dass beim normalen Werfen eines symmetrischen Würfels alle Augenzahlen mit der Wahrscheinlichkeit $1/6$ fallen, bedeutet danach, dass in einer langen Serie von Würfeln jede Augenzahl ungefähr mit der relativen Häufigkeit $1/6$ auftritt, und zwar umso genauer, je länger die Serie ist, bis schließlich in dem hypothetischen Grenzfall unendlich wiederholten Werfens alle Augenzahlen genau die relative Häufigkeit $1/6$ aufweisen. Mathematisch gesprochen konvergiert die relative Häufigkeit jeder Augenzahl mit wachsender Anzahl der Würfe gegen $1/6$. Allgemein: Dass bei einem Zufallsexperiment E der Ausgang A die Wahrscheinlichkeit p hat, bedeutet der Häufigkeitstheorie zufolge, dass bei wiederholter unabhängiger Durchführung von E die relative Häufigkeit von A auf lange Sicht p ist. Dabei bedeutet „Zufallsexperiment“ ganz allgemein eine wenigstens im Prinzip wiederholbare

⁹ Ein wichtiges Beispiel dafür sind die verschiedenen Abzählweisen in der Teilchenphysik: Maxwell-Boltzmann-, Bose-Einstein- und Fermi-Dirac-Statistik.

¹⁰ So weit die Standardkritik, die an der Symmetrieauffassung seit dem Aufkommen der Häufigkeitstheorie geübt wird. Sie ist zweifellos stark, aber das letzte Wort scheint mir in dieser Diskussion noch nicht gesprochen zu sein. Die Stichworte sind hier „Spielraumtheorie“ (von Kries 1886) und „Methode der willkürlichen Funktionen“ (siehe von Plato 1994, Kap. 5).

Faktenkonstellation (im Sinne eines *Situationstyps*), bei der verschiedene Ereignisse („Ausgänge“) möglich sind und de facto nicht vorhersehbar ist, welches von ihnen eintritt. „Unabhängig“ bedeutet grob gesprochen, dass die einzelnen Durchführungen von E sich gegenseitig nicht beeinflussen, und „auf lange Sicht“ ist im Sinne eines mathematischen Grenzprozesses zu verstehen: Die relative Häufigkeit von A konvergiert mit wachsender Anzahl der Wiederholungen gegen den Grenzwert p .

Für diese Auffassung spricht vor allem, dass wir in der Tat genau dort präzise Wahrscheinlichkeitszuschreibungen vornehmen, wo wir im Einzelfall nichts vorhersagen können, im Wiederholungsfall aber charakteristische, langfristig stabile relative Häufigkeiten für die verschiedenen Möglichkeiten beobachten oder erwarten. Zudem ergeben sich die mathematischen Axiome der Wahrscheinlichkeit unmittelbar daraus, dass relative Häufigkeiten bzw. deren Grenzwerte diese Eigenschaften haben. Die Häufigkeitstheorie führt also Wahrscheinlichkeiten auf vergleichsweise unproblematische empirische Größen zurück, die in der Tat bei Wahrscheinlichkeitszuschreibungen eine ausschlaggebende Rolle spielen. Aus diesem Grunde stellt die Häufigkeitstheorie heute die Standardauffassung objektiver Wahrscheinlichkeiten dar. Sie wurde um die Mitte des 19. Jh. erstmals systematisch entwickelt (Venn 1866), verdrängte in der Folgezeit allmählich die klassische Auffassung, nach der Wahrscheinlichkeiten auf (epistemischen und/oder ontologischen) Symmetrien basieren, und kulminierte in den Monographien von Richard von Mises und Hans Reichenbach¹¹.

So naheliegend die Häufigkeitsinterpretation den meisten Anwendern erscheint, so sehr ist sie von philosophischer Seite in die Kritik geraten. Die vorgetragenen Einwände sind zahlreich und ganz unterschiedlicher Art.¹² Ich möchte mich hier nur auf den m.E. entscheidenden konzentrieren, der den Zusammenhang zwischen Wahrscheinlichkeiten und relativen Häufigkeiten betrifft. Die Frage ist nicht, ob ein solcher Zusammenhang besteht, sondern ob er von der Art sein kann, wie ihn die Häufigkeitstheorie benötigt, nämlich derart, dass sich Wahrscheinlichkeitsaussagen in irgendeiner Form als Aussagen über relative Häufigkeiten verstehen lassen. Tatsächliche Häufigkeiten kommen nicht in Frage, weil man z.B. einem symmetrischen Würfel, der zwei Mal und dann nie wieder geworfen wird, trotzdem gleiche Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Augenzahlen zuschreiben möchte. Der Verweis auf die Häufigkeiten, mit denen sich die Augenzahlen beim Werfen anderer symmetrischer Würfel faktisch einstellen oder eingestellt haben, hilft nichts, denn der besagte Würfel hätte auch dann gleiche Wahrscheinlichkeiten für alle Augenzahlen, wenn er der einzige in der gesamten Weltgeschichte angefertigte Würfel wäre. Auch dann wäre es wahr, dass beim Werfen dieses Würfels jede Augenzahl mit der Wahrscheinlichkeit $1/6$ aufträte, obwohl vielleicht niemand in der epistemischen Position wäre, dies festzustellen. Tatsächliche Häufigkeiten sind also als Wahrmacher für Wahrscheinlichkeitsaussagen ungeeignet. Daher nimmt man hypothetische Häufigkeiten: Was hätte sich ergeben, wenn der Würfel oft geworfen worden wäre? Und da man ohnehin auf kontrafaktische Szenarien

¹¹ Von Mises 1928, Reichenbach 1935. Ein wichtiger neuerer philosophischer Vertreter der Häufigkeitstheorie ist Salmon 1984.

¹² Eine Zusammenstellung dieser Einwände bietet Stegmüller 1973.

zurückgreifen muss, imaginiert man gleich eine unendlich lange (immer weiter fortgesetzte) Serie von Würfeln, da sich die relativen Häufigkeiten der Augenzahlen nach endlich vielen Würfeln mit jedem neuen Wurf leicht ändern und sich daher die $1/6$ -Werte für die Wahrscheinlichkeiten, auf die wir hinauswollen, stabil nur als mathematische Grenzwerte ergeben können. Was also die besagte Wahrscheinlichkeitsaussage wahr machen soll, ist, dass bei immer weiter fortgesetztem Würfeln die relativen Häufigkeiten aller Augenzahlen gegen $1/6$ konvergieren würden.

Das Problem an kontrafaktischen Konditionalen dieser Art ist, dass sie nicht wahr sind. Es gibt nicht *die* relative Häufigkeit, mit der ein symmetrischer Würfel bei wiederholtem Werfen z.B. die Augenzahl „4“ liefern würde – weder auf kurze, noch auf längere Sicht, noch im Grenzfall. Vielmehr *könnte* sich jede beliebige relative Häufigkeit einstellen, da die einzelnen Würfe voneinander unabhängig sind und die Vier als Resultat bei jedem Wurf sowohl auftreten als auch ausbleiben kann. Insbesondere könnte sie auch immer wieder kommen, d.h. mit der relativen Häufigkeit 1. Da *jeder* Wurf einer (hypothetischen) Serie in einer Vier resultieren kann, können sie *alle* in einer Vier resultieren, egal wie oft man würfelt, denn der Würfel hat kein Gedächtnis. Dass etwas derartiges geschieht, ist bei einem symmetrischen Würfel nicht ausgeschlossen, nur sehr unwahrscheinlich, und zwar umso unwahrscheinlicher, je länger die Serie ist. Der Grund dafür ist kombinatorischer Natur. Beim einmaligen Werfen eines symmetrischen Würfels haben alle Augenzahlen dieselbe Wahrscheinlichkeit $1/6$. Wenn man n Würfe nacheinander ausführt, haben alle dabei möglichen Ergebnisreihen wiederum dieselbe Wahrscheinlichkeit, nämlich $(1/6)^n$. Lässt man sich auf die Fiktion unendlich langer Wurfserien ein, dann ändert sich nichts Grundsätzliches; alle möglichen Ergebnisreihen haben dann dieselbe Wahrscheinlichkeit $(1/6)^{\text{unendlich}} = 0$, die aus lauter Vierern bestehende Serie ebenso wie jede andere. Nun verhält es sich aber so, dass der *Anteil* derjenigen Serien, in denen die relative Häufigkeit irgendeiner Augenzahl von $1/6$ stark abweicht, an der Gesamtzahl der möglichen Ergebnisreihen der Länge n mit wachsendem n immer kleiner wird. Unter den möglichen Ergebnisreihen der Länge 10 befinden sich noch relativ viele, in denen mindestens eine Augenzahl mit einer deutlich anderen relativen Häufigkeit als $1/6$ auftritt. Unter den möglichen Serien der Länge 100 sind es vergleichsweise, d.h. in Relation zur Gesamtzahl der Ergebnisreihen dieser Länge, schon viel weniger. In noch höherem Maße gilt dies für Serien der Länge 1000 usw. Bei unendlich langen Serien sind diese Verhältnisse auf die Spitze getrieben: Unter ihnen ist der Anteil derjenigen Serien, die mindestens eine Augenzahl *nicht* mit der relativen Grenzhäufigkeit $1/6$ enthalten, verschwindend gering, nämlich Null. Es gibt diese „irregulären“ Serien aber nach wie vor, und jede von ihnen ist genauso ein mögliches Resultat unendlich fortgesetzten Werfens (wenn man sich auf diese Fiktion überhaupt einlassen will) wie jede bestimmte „reguläre“ Serie.

Im Lichte dieser mathematischen Sachverhalte erscheint die Häufigkeitstheorie als unhaltbar. Einerseits sieht man, dass jeder Zusammenhang zwischen Wahrscheinlichkeiten und relativen Häufigkeiten selbst probabilistischer Natur, d.h. durch Wahrscheinlichkeiten qualifiziert ist. Ein fairer Würfel liefert bei häufig wiederholtem Werfen *mit hoher Wahrscheinlichkeit*, aber nicht sicher, eine Ergebnisreihe, in der alle Augenzahlen ungefähr

mit der relativen Häufigkeit $1/6$ auftreten. Daher kann man die Bedeutung (des objektiven Aspekts) von Wahrscheinlichkeitsaussagen nicht durch Rekurs auf relative Häufigkeiten erklären; jeder derartige Vorschlag läuft entweder auf eine falsche Behauptung oder einen begrifflichen Zirkel hinaus. Wenn wir uns fragen, was eine Wahrscheinlichkeitsaussage als Aussage über die Wirklichkeit bedeutet, dann kann die Antwort nicht lauten, sie bedeute, dass sich bei der wiederholten Durchführung eines Zufallsexperimentes *sehr wahrscheinlich* gewisse Häufigkeiten ergeben würden, denn dies wäre der besagte Zirkel. Wenn man versucht, diese zweite Wahrscheinlichkeit wiederum häufigkeitstheoretisch zu erklären, nämlich durch Rekurs auf eine lange Serie von Experimentserien, ergibt sich ein Regress, der das Problem auf höherer Ebene reproduziert. Erklärt man sie irgendwie anders als häufigkeitstheoretisch, dann gibt man die Häufigkeitsinterpretation für bestimmte Wahrscheinlichkeiten willkürlich auf und macht sie dadurch ganz überflüssig, denn man könnte die alternative Interpretation auch gleich für alle Wahrscheinlichkeiten verwenden. Lässt man die Qualifikation „sehr wahrscheinlich“ in der vorgeschlagenen Antwort weg, ergibt sich einfach eine falsche (kontrafaktische Konditional-) Aussage. Andererseits erklären die dargestellten mathematischen Sachverhalte aber auch, warum wir bei häufigem Werfen eines symmetrischen Würfels immer oder fast immer den $1/6$ -Wahrscheinlichkeiten ungefähr entsprechende relative Häufigkeiten beobachten. Und dieses Faktum ist es, was die Häufigkeitskonzeption auf den ersten Blick so plausibel macht.

Was ich hier am Beispiel des symmetrischen Würfels skizziert habe, ist ein allgemeines Theorem der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie, das sog. Gesetz der großen Zahlen. Dieses kommt in einer „schwachen“ und einer „starken“ Variante daher. Es folgt allein aus den Axiomen für Wahrscheinlichkeiten und konstituiert daher unabhängig von jeder Deutung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs einen Zusammenhang zwischen Wahrscheinlichkeiten und relativen Häufigkeiten – einen Zusammenhang freilich, der selbst wieder probabilistischer Natur ist. Ich möchte hier nur das schwache Gesetz der großen Zahlen skizzieren, das allein für Anwendungen relevant ist. Es sei E ein Zufallsexperiment und A ein möglicher Ausgang desselben, der mit der Wahrscheinlichkeit p eintritt. Dann besteht, grob und qualitativ ausgedrückt, eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit dafür, dass in einer langen Serie unabhängiger Wiederholungen von E die relative Häufigkeit von A ungefähr p ist.¹³ Dabei kann man sowohl die „sehr hohe Wahrscheinlichkeit“ so nahe an 1 heranbringen, wie man will, als auch an das „ungefähr“ so scharfe Anforderungen stellen, wie man will, wenn man nur bereit ist, die Serie von Wiederholungen hinreichend lang zu machen. Diese Gesetzmäßigkeit liegt den Verfahren der mathematischen Statistik zugrunde, die Wahrscheinlichkeiten wie unbekannte Parameter behandeln, die durch Erhebung relativer Häufigkeiten geschätzt oder getestet werden können. Dabei bestehen aber immer bestimmte Irrtumswahrscheinlichkeiten.

¹³ Ich spreche hier unsauber. Als mathematisches Theorem kann das Gesetz der großen Zahlen nichts über Zufallsexperimente und deren unabhängige Wiederholungen sagen, so wie ich diese Begriffe oben eingeführt habe, denn diese Begriffe sind keine mathematischen. Aber so, wie ich die Sache hier aufgeschrieben habe, wird das Gesetz auf reale Situationen angewendet. Mathematisch modelliert man unabhängige Wiederholungen eines Zufallsexperimentes durch eine Folge stochastisch unabhängiger, identisch verteilter Zufallsvariablen.

Es ist nicht möglich, die Gesetze der großen Zahlen so zu verschärfen, wie die Häufigkeitstheorie es braucht, nämlich so, dass eine nicht-probabilistische Verbindung zwischen Wahrscheinlichkeiten und relativen Häufigkeiten resultiert. Bei unabhängigen Wiederholungen eines Zufallsexperimentes besteht selbstverständlich die Möglichkeit, dass die einzelnen Durchführungen alle dasselbe Resultat liefern. Das ist schon begrifflich klar. (Freilich würden wir in so einem Fall ggf. den Zufallscharakter des Experimentes verkennen und einen deterministischen Zusammenhang vermuten. Aber dies wäre eben falsch, die Regelmäßigkeit wäre ein Zufallsprodukt.) Daher kann es nicht mehr als sehr wahrscheinlich sein, dass sich auf lange Sicht gewisse relative Häufigkeiten ergeben. Aber sehr wahrscheinlich ist es eben, und die Gesetze der großen Zahlen können daher *erklären*, wieso wir in langen Experimentserien faktisch fast immer stabile charakteristische relative Häufigkeiten beobachten; ferner erlauben sie uns, derartige Häufigkeiten *vorherzusagen*, wenn die richtigen Wahrscheinlichkeiten bekannt sind; und schließlich können wir auch umgekehrt mittels dieser Gesetze die Wahrscheinlichkeiten aus den relativen Häufigkeiten *erschließen*. Alle diese Erklärungen, Vorhersagen und Schlüsse sind probabilistischer Natur, aber mehr ist nicht zu haben. Die Häufigkeitsinterpretation von Wahrscheinlichkeiten ist also einerseits unhaltbar, andererseits überflüssig. Es ist unnötig, einen Zusammenhang zwischen Wahrscheinlichkeiten und relativen Häufigkeiten eigens zu postulieren, da sich ein solcher aufgrund der Gesetze der großen Zahlen von selbst ergibt und man deshalb hoffen kann (eine geeignete Deutung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs vorausgesetzt), die tatsächlichen relativen Häufigkeiten, die im Rahmen der Häufigkeitsauffassung als *facta bruta* erscheinen, zu erklären.

So, wie die Gesetze der großen Zahlen in der Praxis auf wiederholte unabhängige Durchführungen eines Zufallsexperimentes angewendet werden, erscheinen *Einzelfall*-Wahrscheinlichkeiten als primär. Die Wahrscheinlichkeiten für die möglichen relativen Häufigkeiten in einer Serie von Experimenten ergeben sich mithilfe der Unabhängigkeitsannahme aus den Wahrscheinlichkeiten für die Ausgänge im Einzelfall. Bei der Häufigkeitstheorie sind dagegen die Wahrscheinlichkeiten, als relative Häufigkeiten auf lange Sicht, gerade umgekehrt primär Eigenschaften von Experimentserien oder Experimenttypen, und nur indirekt auf den Einzelfall beziehbar. Daraus ergibt sich ein zweites wesentliches Problem der Häufigkeitstheorie: das Problem der richtigen Referenzklasse für den Einzelfall. Wenn wir über einen bestimmten einzelnen Vorgang eine Wahrscheinlichkeitsaussage machen, die nicht bloß subjektiven Charakter haben soll, dann muss die Häufigkeitstheorie Auskunft geben, als Instanz welchen Typs dieser Einzelfall zu sehen ist, oder auch: was als Wiederholung dieses spezifischen Vorgangs zu gelten hat. Der konkrete Einzelfall gehört ja stets zu verschiedenen Klassen oder Typen von Vorgängen, in denen der interessierende Ausgang jeweils mit verschiedenen relativen Häufigkeiten auftreten kann. Welche dieser Häufigkeiten liefert die „richtige“ Wahrscheinlichkeit für den Einzelfall, in welche dieser vielen Klassen gehört der betrachtete Einzelvorgang „natürlicherweise“? Dieses Problem, das ich hier nur erwähnen kann, ist eine Folge der Tatsache, dass der Häufigkeitsauffassung zufolge die relativen Häufigkeiten auf lange Sicht die Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten konstituieren. Die Suche nach einer objektiven Deutung, bei der

umgekehrt Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten primär sind, welche dann die relativen Häufigkeiten mithilfe der Gesetze der großen Zahlen probabilistisch erklären können, führt uns zur Propensity-Theorie.

3 Die Propensity-Theorie

Das Motiv zur Einführung der Propensity-Theorie ist also, Wahrscheinlichkeitsaussagen *bezogen auf den Einzelfall* eine *objektive* Interpretation zu verleihen. Es sollen reale Eigenschaften jedes spezifischen Einzelvorgangs sein, die die entsprechenden Wahrscheinlichkeitsaussagen wahr machen. Derartige Wahrscheinlichkeits-Eigenschaften nennt man (auf der Hand liegend) „objektive Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten“ oder (kürzer) „Chancen“ oder (bildhaft) „Propensitäten“¹⁴. Dass bei einem Zufallsexperiment *E* der Ausgang *A* die Wahrscheinlichkeit *p* hat, bedeutet demzufolge, dass bei jeder Durchführung von *E* eine *Tendenz* der Stärke *p* für das Eintreten von *A* besteht. Bei jeder Durchführung von *E*, betrachtet als Einzelvorgang, bestehen verschiedene „Tendenzen“ zur Realisation der verschiedenen möglichen Ausgänge, und genau eine von diesen setzt sich dann durch. Es liegt auf der Hand, dass die Rede von „Tendenzen“ erläuterungsbedürftig ist, wenn der Verdacht abgewendet werden soll, dass hiermit verdächtige oder überflüssige Entitäten eingeführt werden.

Zunächst einmal ist festzuhalten, dass die Propensity-Theorie als Theorie objektiver Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten den Indeterminismus impliziert. Wenn bei einem konkreten einzelnen Vorgang das Resultat durch im voraus bestehende Faktoren determiniert ist, dann ist das Resultat eben nicht objektiv (ontologisch), sondern allenfalls subjektiv für uns (epistemisch) offen, und die Rede von verschiedenen möglichen Ausgängen des konkreten Einzelvorgangs nebst der Zuordnung von Wahrscheinlichkeiten zu denselben kann dann ebenfalls nur epistemische Bedeutung haben. Ontologisch möglich ist im deterministischen Falle nur genau ein Ausgang, dieser tritt notwendigerweise ein und hat deshalb, wenn man ihm denn eine Eintrittschance zuordnen will, die Eintrittschance 1. Eine von 0 und 1 verschiedene objektive Einzelfall-Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis impliziert die genuine Indeterminiertheit des zugrunde liegenden Vorgangs. Wenn sich bei einem solchen Vorgang, z.B. beim radioaktiven Zerfall, die möglichen Ausgänge im Wiederholungsfall auf lange Sicht immer mit bestimmten charakteristischen relativen Häufigkeiten einstellen, dann ist das erklärungsbedürftig. Warum stellt sich – auch auf lange Sicht – nicht mal diese, mal jene Häufigkeitsverteilung ein, wo doch die Einzelvorgänge jeweils indeterminiert und voneinander unabhängig verlaufen? Es muss etwas an jedem Einzelfall sein, das erklärt, warum sich auf lange Sicht die verschiedenen Ausgänge überhaupt mit stabilen Häufigkeiten einstellen, und warum es gerade diese und keine anderen sind. Wenn man nun unterstellt, dass in jedem Einzelfall gewisse „Tendenzen“ für die verschiedenen möglichen Ausgänge vorhanden sind, wobei diese Tendenzen den Axiomen der Wahrscheinlichkeit gehorchen,

¹⁴ „Propensität“ ist die direkte Übersetzung von „propensity“, ein im Englischen wenig gebräuchliches Wort, das eben „Neigung“ oder „Tendenz“ bedeutet und von Karl Popper in die Debatte eingeführt wurde.

dann erklären die Gesetze der großen Zahlen, wieso wir auf lange Sicht immer ungefähr dieselben, nämlich den Tendenzen im Einzelfall entsprechende, relative Häufigkeiten beobachten. Dies also ist der sachliche Hintergrund der Propensity-Theorie und ihre spezifische Leistung. Zu fragen ist nun, wie diese Tendenzen genauer zu verstehen sind, und, damit zusammenhängend, ob die Propensity-Theorie tatsächlich leisten kann, was sie verspricht.

Karl Popper, ihr Erfinder¹⁵, hat verschiedene Anläufe unternommen, die Rede von „Propensitäten“ oder „Tendenzen“ zu explizieren. Keiner dieser Versuche ist erfolgreich, und es ist instruktiv zu sehen, warum. Popper bezeichnet Propensitäten unter anderem als spezielle Dispositionen, und ordnet sie damit in den großen Diskussionskontext um dispositionelle Eigenschaften ein. Dann stellt sich die Frage, worin sich die Propensitäten manifestieren, Dispositionen *wozu* es sind. Dieser Punkt ist essentiell, da Dispositionsprädikate ihre Bedeutung durch die Angabe der zugehörigen Manifestationen gewinnen (die sich oft bereits ihrem Namen entnehmen lassen: „Zerbrechlichkeit“, „Wasserlöslichkeit“). Popper zufolge sind die Propensitäten Dispositionen experimenteller Arrangements zur Hervorbringung bestimmter relativer Häufigkeiten auf lange Sicht. Aber damit handelt er sich den zentralen Defekt der Häufigkeitstheorie wieder ein, indem entweder nichts diese Charakteristik erfüllen kann (die Häufigkeiten stellen sich eben nicht sicher ein, auch nicht im Grenzfall), oder man hinzusetzen müsste, dass die Manifestation einer Propensität unter den einschlägigen Umständen (nämlich in einer langen Serie von Wiederholungen) nur *sehr wahrscheinlich* erfolgt. An anderen Stellen sagt Popper auch, die Manifestation sei das konkrete Resultat im Einzelfall. Aber das bedeutet, dass, wenn wir würfeln und etwa eine Vier resultiert¹⁶, sich die Propensität des experimentellen Arrangements zur Hervorbringung des Ausgangs „4“ manifestiert hat, die anderen Propensitäten, die wir ihm zuschreiben wollen, jedoch nicht. Auch bei dieser Betrachtungsweise wären Propensitäten also Dispositionen, die sich unter den einschlägigen Umständen (nun nämlich bei einer einzelnen Durchführung des Experimentes) nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit manifestieren. Damit haben wir den von der Häufigkeitstheorie her vertrauten begrifflichen Zirkel erhalten. Es sollte der Wahrscheinlichkeitsbegriff mithilfe des Dispositionsbegriffs erhellt werden, und herausgekommen sind gerade umgekehrt Dispositionen, die sich nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit manifestieren. Dispositionelle Wahrscheinlichkeiten wollten wir, und probabilistische Dispositionen haben wir bekommen. Solche Dispositionen könnte es natürlich geben, und indeterministische experimentelle Arrangements lassen sich durchaus als mit solchen Dispositionen ausgestattet begreifen, nur hilft dies nichts zur Aufklärung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs, der dabei vielmehr vorausgesetzt werden muss.

Ein analoges Schicksal erleiden die anderen Versuche Poppers, etwas mehr über die von ihm postulierten „Tendenzen“ zu sagen. Er parallelisiert sie weiterhin mit physikalischen

¹⁵ Siehe die Aufsätze Popper 1957, 1959 und 1967, das umfangreiche Postskript zur *Logik der Forschung*, an welchem Popper in den 50er Jahren intensiv arbeitete, das aber erst viel später veröffentlicht wurde (Popper 1982), sowie den als Büchlein veröffentlichten Vortrag Popper 1990.

¹⁶ Ich werde der Einfachheit halber auch zur Illustration der Propensity-Theorie u.a. weiter das Beispiel des Würfelns verwenden und damit so tun, als sei dies ein genuin indeterministischer Vorgang. Wem das missfällt, der muss stattdessen an ein Beispiel wie den radioaktiven Zerfall denken.

Kräften, möchte den Propensitätsbegriff gar als eine Verallgemeinerung des Kraftbegriffs verstanden wissen, oder auch als eine Verallgemeinerung des Kausalitätsbegriffs, wonach Propensitäten indeterministische kausale Verknüpfungen wären. Beide Ideen scheitern an demselben Problem. Wenn man sie genauer zu fassen sucht, resultiert ein probabilistischer Kraftbegriff, bei dem in einer gegebenen Konstellation bestimmte Kräfte nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit wirksam werden, bzw. ein probabilistischer Kausalitätsbegriff, bei dem eine Ursache ihre Wirkung nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit nach sich zieht. Beides wären einfach weitere Anwendungen des Wahrscheinlichkeitsbegriffs, die zu seiner Aufklärung nichts beitragen können, sondern ihn als bereits verstanden voraussetzen.

Es scheint, dass man über die Aussage, dass die Propensity-Theorie Wahrscheinlichkeiten als objektive Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten versteht, nicht hinauskommt. Die Rede von „Neigungen“ oder „Tendenzen“, die in dem Fachterminus „Propensitäten“ eingefangen werden soll, liefert keine weitere Erklärung, sondern nur eine bildhafte Untermalung, die sachlich nichts leistet. Versuche, an dieser Stelle mehr zu erreichen, indem man Propensitäten als spezielle Dispositionen, als Kräfte einer bestimmten Art oder als schwache kausale Verknüpfungen versteht, führen bei näherem Hinsehen stets wieder auf den Wahrscheinlichkeitsbegriff zurück, der durch die Propensity-Theorie aber expliziert werden sollte und daher nicht von ihr vorausgesetzt werden darf. Im Gegensatz zu den anderen objektiven Deutungen des Wahrscheinlichkeitsbegriffs, die Wahrscheinlichkeiten auf unabhängig fassbare empirische Größen reduzieren möchten (auf relative Häufigkeiten oder physikalische Symmetrien), kann die Propensity-Theorie eine solche Reduktion nicht erreichen. Sie muss Wahrscheinlichkeiten als fundamentale, irreduzible physikalische Größen fassen, die bei indeterministischen Vorgängen vorhanden sind und erklären, warum im Wiederholungsfalle sich die verschiedenen möglichen Ausgänge mit bestimmten charakteristischen Häufigkeiten einstellen. Mehr kann an dieser Stelle nicht gesagt werden. Insbesondere muss die Geltung der Wahrscheinlichkeits-Axiome für diese neue Art physikalischer Größen *postuliert* werden. Sie können, anders als bei Häufigkeits- und Symmetrieauffassung, nicht abgeleitet werden, eben weil die Propensity-Theorie keine Reduktion objektiver Wahrscheinlichkeiten vornimmt.

Die Frage ist nun, warum man sich mit diesem Stand der Dinge nicht einfach zufrieden geben kann. Propensitäten, so könnte man denken, sind eben theoretische Größen und teilen deren generelle Merkmale. Wie andere derartige Größen werden sie über Postulate eingeführt und über Brückenprinzipien mit direkt(er) beobachtbaren oder schon etablierten Größen in Verbindung gebracht. Durch diese Verbindung werden sie für Erklärung und Vorhersage fruchtbar, und diese Fruchtbarkeit lässt uns an ihre Existenz glauben. Sie haben aber nichtsdestoweniger Unterstellungscharakter, gewisse ihrer Eigenschaften müssen einfach hingenommen werden. In dieser Hinsicht besteht tatsächlich eine Analogie zu klassischen physikalischen Kräften, die Geschwindigkeitsänderungen (Beschleunigungen) von Körpern erklären sollen. Auch hier gestatten Fragen wie „Was sind denn Kräfte?“, „Woher wissen wir, dass jede Änderung des Bewegungszustands eines Körpers auf die Einwirkung einer Kraft zurückzuführen ist?“, „Woher wissen wir, dass die auf den Körper wirkende Kraft proportional zu der Beschleunigung ist, die er erfährt?“ keine befriedigende Antwort, oder

vielmehr, keine andere Antwort als den Verweis auf die Leistungsfähigkeit der resultierenden Mechanik. Kräfte sind von vornherein *eingeführt* als die Ursachen von Geschwindigkeitsänderungen und als die Newtonschen Axiome erfüllend.

Tatsächlich kann man sich aber mit einer analogen Auffassung objektiver Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten (Propensitäten, Chancen) *nicht* zufrieden geben. Die Parallele zu anderen theoretischen Termini bricht an einer entscheidenden Stelle zusammen. Um deutlich zu sehen, wo, müssen wir uns den Zusammenhang zwischen Propensitäten und den beobachtbaren Größen, mit denen sie in Verbindung stehen, also den relativen Häufigkeiten, nochmals und genauer anschauen. Objektive Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten *erklären* das faktische Auftreten charakteristischer relativer Häufigkeiten in längeren Serien von Wiederholungen eines Zufallsexperimentes. Umgekehrt stellen die relativen Häufigkeiten den epistemischen Zugang zu den Propensitäten dar: Aufgrund von relativen Häufigkeiten werden diese *geschätzt* bzw. Hypothesen über sie *getestet*. Betrachten wir eine experimentelle Anordnung *E*, von der wir wissen, dass sie mal dieses, mal jenes Ergebnis produziert. Wir entscheiden uns, mit einem indeterministischen Propensitäten-Modell zu operieren, unterstellen der Anordnung also „Tendenzen“ für die Produktion der verschiedenen möglichen Ausgänge. Es sei *A* ein solcher Ausgang. Wie groß ist die Tendenz von *E*, *A* hervorzubringen? Wir beobachten, wie häufig sich bei wiederholter Durchführung des Experiments der Ausgang *A* einstellt, und unterstellen *E* dann (ungefähr) die entsprechende Propensität. Wenn *A* auf lange Sicht mit der relativen Häufigkeit *x* eintritt, dann schließen wir, dass die Tendenz von *E* zur Produktion von *A*, die objektive Einzelfall-Wahrscheinlichkeit für *A* bei jeder Durchführung, ungefähr *x* ist. Was berechtigt uns zu diesem Schluss? Zunächst müssen wir natürlich annehmen, dass Propensitäten den Wahrscheinlichkeits-Axiomen gehorchen. Sodann müssen wir annehmen, dass die einzelnen Durchführungen des Experiments voneinander unabhängig sind, eine Annahme, die oft plausibel ist. Dann liefert das schwache Gesetz der großen Zahlen, dass bei einer langen Serie von Wiederholungen eine hohe Propensität (nahe 1) dafür besteht, dass die relative Häufigkeit *x* des Auftretens von *A* in dieser Serie nahe an der Propensität von *A* liegt. Diese Aussage liefert das Gesetz in quantifizierter Form, so dass klar ist, was genau „lang“, „hoch“ und „nahe“ heißt. Nun brauchen wir aber noch ein Prinzip, das uns sagt, *dass mit dem Eintreten eines Ereignisses von hoher Propensität stark zu rechnen ist*. Erst danach können wir mit Recht sagen, dass die gesuchte Propensität von *A* mit ziemlicher Sicherheit nahe an *x* liegt. Diese „ziemliche Sicherheit“ ist eine hohe *epistemische* Wahrscheinlichkeit, die wir durch Verlängerung der Serie beliebig nahe an 1 heranführen können. Der Punkt ist einfach, dass, wenn wir die Häufigkeit von *A* in der Serie heranziehen, um die Propensität von *A* zu schätzen, wir implizit davon ausgehen, dass der Fall tatsächlich eingetreten ist, der aufgrund des Gesetzes der großen Zahlen eine hohe Propensität besitzt: nämlich, dass die relative Häufigkeit von *A* nahe an der gesuchten Propensität von *A* liegt. Wieso aber dürfen wir von diesem Fall ausgehen? Dies ist nur dann berechtigt, wenn die Tatsache, dass ein Ereignis eine hohe Propensität besitzt, einen entsprechend hohen Überzeugungsgrad für dieses Ereignis rechtfertigt. Es muss vernünftig oder angemessen sein, mit etwas, das eine hohe Propensität aufweist, stark zu rechnen.

Die Verwendung dieses Prinzips wird leicht übersehen, weil es trivialerweise richtig zu sein scheint. Propensitäten sollen ja objektive Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten sein. Ist es nicht selbstverständlich, dass die objektive Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses einen entsprechend hohen Überzeugungsgrad für sein Eintreten rechtfertigt? In einer Hinsicht ja. Was auch immer wir als „objektive Wahrscheinlichkeit“ eines Ereignisses bezeichnen – dieses Etwas muss sicherlich so beschaffen sein, dass es, zumindest unter zu spezifizierenden „normalen Umständen“, den richtigen Überzeugungsgrad für das Ereignis liefert. Ansonsten hätte es den Namen „objektive Wahrscheinlichkeit“ nicht verdient. Wer einen bestimmten Überzeugungsgrad für das Eintreten eines Ereignisses hat, der kann diesem Ereignis nicht gleichzeitig eine numerisch davon abweichende objektive Wahrscheinlichkeit zuschreiben. Insofern hat das Brückenprinzip, das objektive und subjektive Wahrscheinlichkeiten verbindet, indem es sagt, dass die letzteren sich (unter Normalbedingungen) an den ersteren auszurichten haben, analytischen Charakter. Es liegt im Begriff der objektiven Wahrscheinlichkeit, dass durch seine Verwendung in einem bestimmten Fall eine starke Rationalitätsbeschränkung für die diesen Fall betreffenden Überzeugungsgrade behauptet wird. Die Frage ist nun aber: Wie bringen die „Propensitäten“ genannten Bestandteile der physikalischen Wirklichkeit diese Rationalitätsbeschränkung hervor? Inwiefern ist jemand irrational, der seine Überzeugungsgrade nicht an ihnen ausrichtet? An dieser Stelle ist eine Begründung vonnöten, die die Propensity-Theorie nicht geben kann. Sie kann nur sagen: Die Propensitäten sind eben so, dass sie die richtigen Überzeugungsgrade liefern. Genauer: Es gibt etwas an indeterministischen experimentellen Anordnungen, das nicht weiter analysierbar ist und das die Bezeichnung „objektive Einzelfall-Wahrscheinlichkeit“ verdient hat, weil es uns die richtigen Überzeugungsgrade liefert. Wenn wir einer experimentellen Anordnung objektive Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen möglichen Ausgänge unterstellen, machen wir stets implizit eine solche Annahme.

Diese Annahme ist von den üblichen Unterstellungen, die im Zusammenhang mit theoretischen Größen gemacht werden (und unvermeidlich gemacht werden müssen), grundsätzlich verschieden, denn sie hat *normativen* Charakter. Und dies nicht in dem trivialen Sinne, in dem man, wenn etwas der Fall ist, meinen sollte, dass es der Fall ist. Wenn es in der Welt bestimmte physikalische Größen, genannt „Propensitäten“ gibt, dann sollte man, wenn ein Ereignis eine bestimmte Propensität aufweist, nicht bloß urteilen, dass dieses Ereignis diese Propensität aufweist (das wäre unproblematisch), sondern man sollte auch seinen Überzeugungsgrad für das Eintreten des Ereignisses an dieser physikalischen Größe ausrichten. Warum aber? Diese Frage kann sicherlich nicht dadurch abgewiesen werden, dass man der physikalischen Größe von vornherein einen *Namen* gibt („Chance“, „objektive Wahrscheinlichkeit“ oder auch „Propensität“, „Verwirklichungstendenz“), der andeutet, dass man rationalerweise eben dies tun muss. Genau so geht aber die Propensity-Theorie vor. Sie behauptet die Existenz von physikalischen Größen, die einfach so, aus sich heraus, richtige (vernünftige, angemessene) Überzeugungsgrade liefern. In dieser Hinsicht ist sie bestimmten Spielarten des Werterealismus analog. Dieser könnte etwa behaupten, dass es Entitäten in der Wirklichkeit gibt, nach denen sich subjektive Wertschätzungen (Präferenzen) rationalerweise auszurichten haben, und die deshalb die Bezeichnung „objektive Werte“ verdient haben. Die

als „objektive Werte“ bezeichneten Bestandteile der Wirklichkeit liefern uns die richtigen (vernünftigen, angemessenen) Präferenzen. Die kritische Frage an dieser Stelle ist natürlich, wie das möglich ist – wie diese Bestandteile der uns gegenüber stehenden Wirklichkeit es anstellen, bestimmte Präferenzen irrational und falsch und andere rational und richtig zu machen. Wenn ein Vertreter des Werterealismus daraufhin sagen wollte: „Das ist eben so, hier ist nichts weiter zu begründen“, dann hätte er eine Position, die der Propensity-Theorie analog ist. Im einen Falle geht es um angebliche objektive Werte, die die einzig richtigen subjektiven Wertschätzungen (Präferenzen) begründen sollen, im anderen Falle um objektive Wahrscheinlichkeiten, die die einzig richtigen subjektiven Wahrscheinlichkeiten (Überzeugungsgrade) begründen sollen. Wie machen sie das? Daraufhin kann man nicht einfach sagen: „Nun, dieser Anspruch liegt ja offenbar im Begriff des objektiven Wertes bzw. der objektiven Wahrscheinlichkeit“, denn das ist zwar wahr, aber eben weil es wahr ist, stellt sich die Frage, wie irgendetwas, irgendein Bestandteil der Wirklichkeit, die Bezeichnung „objektiver Wert“ bzw. „objektive Wahrscheinlichkeit“ verdienen kann. David Lewis, einer der wichtigsten neueren Autoren zu unserem Thema, drückt das Problem so aus: „Don’t call any alleged feature of reality „chance“ unless you’ve already shown that you have something knowledge of which could constrain rational credence.“ (Lewis 1994, 484)

In dieser Hinsicht unterscheiden sich also Propensitäten von anderen theoretischen Größen, die im Rahmen wissenschaftlicher Theorien eingeführt werden, etwa physikalischen Kräften. Bei allen diesen Größen spielen Unterstellungen eine Rolle, um einen Zusammenhang zu (leichter) beobachtbaren oder anderweitig etablierten Größen herzustellen. Aber diese Unterstellungen haben rein deskriptiven Charakter, während den Propensitäten eine normative Kraft zugeschrieben werden muss. Sie sind somit sehr eigenartige theoretische Größen. Und die Erklärungen, die durch ihre Unterstellung für das Auftreten stabiler charakteristischer Häufigkeiten auf lange Sicht gewonnen werden, sind dementsprechend eigenartige Erklärungen. Das Explanandum erhält durch die Unterstellung von Propensitäten für die Ausgänge im Einzelfall und das Gesetz der großen Zahlen eine hohe Propensität (nahe 1). Aber wieso erklärt das sein Auftreten? Eine gelungene Erklärung liegt nur dann vor, wenn das Explanandum aufgrund des Explanans erwartbar ist. Und dafür benötigen wir eben den Satz, dass mit dem Eintreten eines Ereignisses von hoher Propensität stark zu rechnen ist. Damit scheint die Propensity-Theorie nicht besser dazustehen als ihre Konkurrenten im Felde der objektiven Deutungen des Wahrscheinlichkeitsbegriffs. Die viel versprechende Grundidee objektiver Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten lässt sich nicht weiter substantiieren. Die Propensity-Theorie besteht im Grunde nur aus der Behauptung, dass es solche gibt, und damit aus der Behauptung, dass es Bestandteile der Wirklichkeit gibt mit einer bestimmten normativen Autorität im Hinblick auf Überzeugungsgrade. Dies ist ihr Kern, und die ganze Rede von „Neigungen“, „Tendenzen“, „speziellen Dispositionen“, „verallgemeinerten physikalischen Kräften“, „schwachen kausalen Verknüpfungen“ und natürlich auch das Wort „Propensität“ selbst sind bloßes Beiwerk, das genauso gut weggelassen werden könnte.

Ich möchte nun noch eine Reihe von Nachbemerkungen machen, die das Gesagte teils weiter erläutern, teils gegen Missverständnisse absichern sollen.

Erstens. David Lewis hat als erster die Bedeutung des genannten Brückenprinzips, das objektive Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten (Chancen, Propensitäten) mit subjektiven Wahrscheinlichkeiten (vernünftigen Überzeugungsgraden) in Verbindung bringt, klar erkannt und zum Angelpunkt einer Konzeption objektiver Wahrscheinlichkeiten gemacht.¹⁷ Man benötigt diesen Zusammenhang, wie wir gesehen haben, auf jeden Fall für hohe Wahrscheinlichkeiten (nahe 1). Wenn man ihn für solche Wahrscheinlichkeiten postuliert, kann man das aber auch gleich für *alle* Wahrscheinlichkeiten tun, und dann braucht man nicht mehr eigens zu postulieren, dass Propensitäten den Axiomen für Wahrscheinlichkeiten genügen. Das ergibt sich dann einfach aus der Tatsache, dass vernünftige Überzeugungsgrade dies tun. Die Geltung des besagten Brückenprinzips ist dann überhaupt das einzige, was man in Bezug auf Propensitäten postulieren muss, alles weitere ergibt sich daraus und aus den Eigenschaften rationaler Überzeugungsgrade. In einem derartigen Brückenprinzip ist implizit alles erfasst, was wir über objektive Wahrscheinlichkeiten sagen können. Lewis bezeichnet es daher treffend als „Principal Principle“.¹⁸ Diese Herangehensweise an objektive Wahrscheinlichkeiten setzt eine geeignete Theorie subjektiver Wahrscheinlichkeit voraus und sattelt auf einer solchen auf, nämlich auf einem Bayesianismus, der durch zusätzliche Rationalitätskriterien derart angereichert ist, dass es in bestimmten Fällen einen eindeutig bestimmten vernünftigen Überzeugungsgrad gibt. Dieser lässt sich dann in die Wirklichkeit projizieren, indem diese eben so geartet ist, dass genau dieser Überzeugungsgrad angemessen ist: „Chance [can be conceived] as objectified credence.“ (Lewis 1980, Abschnitt 10) Lewis will aber die Existenz von Chancen oder Propensitäten, d.h. die Existenz von Entitäten, die sein „Principal Principle“ erfüllen, nicht einfach postulieren. Er schlägt eine Konzeption vor, der zufolge Propensitäten in nicht-probabilistischer Weise von den relativen Häufigkeiten abhängen, die sich bei der wiederholten Durchführung von Zufallsexperimenten ergeben. Propensitäten sind bei ihm keine fundamentalen Größen, sondern sie supervenieren auf den Ereignissen, die während des gesamten Weltlaufs faktisch eintreten. Damit erweist sich seine Konzeption als eine Variante der Häufigkeitstheorie, und sie ist auch den diesbezüglichen Einwänden ausgesetzt. Man kann an der Lewisschen Konzeption sehr schön das Dilemma des Begriffs einer objektiven, in der Natur gelegenen Wahrscheinlichkeit studieren: Entweder man sieht solche Wahrscheinlichkeiten als fundamentale Größen an – dann resultieren die Merkwürdigkeiten der Propensity-Theorie, so wie ich sie hier präsentiert habe, oder man lässt die objektiven Wahrscheinlichkeiten, wie indirekt auch immer, in nicht-probabilistischer Weise von anderen Größen abhängen (tatsächlichen relativen Häufigkeiten und/oder physikalischen Symmetrien) – dann ergeben sich die oben in Abschnitt 2 besprochenen Schwierigkeiten, deren Wurzel ist, dass jede derartige Reduktion die (fehlbare) Evidenz für eine objektive Wahrscheinlichkeit mit dieser selbst verwechselt.

Zweitens. *Jede* objektive Interpretation des Wahrscheinlichkeitsbegriffs nimmt an, dass es Größen in der Wirklichkeit gibt, die den Namen „Wahrscheinlichkeit“ verdienen und

¹⁷ Lewis 1980, 1994. Ein Vorläufer in dieser Hinsicht ist Mellor 1971, seine Ausführungen sind aber nicht sehr klar.

¹⁸ Seine genaue Formulierung ist ein eigenes und überraschend heikles Thema, mit dem Lewis erheblich gekämpft hat.

die demzufolge (unter Normalbedingungen) vernünftige Überzeugungsgrade liefern. Selbst wenn man der Rede von „Überzeugungsgraden“ nicht genug abgewinnen kann und daher einen subjektiven Wahrscheinlichkeitsbegriff ablehnt, wird man zumindest einräumen, dass wir gute Gründe haben, mit dem Eintreten eines Ereignisses zu rechnen, das eine hohe objektive Wahrscheinlichkeit aufweist. Man wird einräumen, dass jemand, der sich auf ein solches Ereignis nicht einstellt, unvernünftig ist, und dergleichen mehr. Das bedeutet, dass jede Theorie objektiver Wahrscheinlichkeiten mit der Frage konfrontiert ist, warum uns die von ihr als „Wahrscheinlichkeiten“ angebotenen Entitäten die richtigen Erwartungen bzgl. der jeweiligen Ereignisse liefern. Warum sollten wir unsere Überzeugungsgrade an physikalischen Symmetrien ausrichten? Warum an relativen Häufigkeiten? Das letztere könnte man wie folgt zu beantworten versuchen: Wenn auf das Eintreten des Ereignisses wiederholt gewettet wird, zu immer demselben Wettquotienten, dann ist der einzige Wettquotient, bei dem sich Gewinne und Verluste beider Parteien ausgleichen, die relative Häufigkeit, mit der das Ereignis in der Serie der Wiederholungen faktisch eintritt. Aber Begründungen dieser Art können leider nicht erklären, warum die relative Häufigkeit auf *längere* Sicht den fairen Wettquotienten oder richtigen Überzeugungsgrad *im Einzelfall* liefert. Was ist, wenn eine Konstellation nur ein Mal auftritt oder nur ein Mal relevant wird? Auch die Häufigkeitstheorie hat also Schwierigkeiten, die gestellte Frage befriedigend zu beantworten, und die Symmetriekonzeption erst recht. Dass sich für *alle* Konzeptionen objektiver Wahrscheinlichkeit dasselbe Problem wie für die Propensity-Theorie stellt (wenn auch nicht in derselben Schärfe), bedeutet, dass der Begriff selbst dubios wird. „Wahrscheinlichkeit“ ist eben zunächst einmal ein epistemischer Begriff, und der Versuch, Wahrscheinlichkeiten in die Wirklichkeit zu verlegen, scheint jedenfalls auf große Schwierigkeiten zu stoßen. Es scheint nicht leicht, vernünftige Überzeugungsgrade zu ontologisieren, d.h. einen Aspekt der empirischen Wirklichkeit aufzuweisen, der bestimmte Überzeugungsgrade begründetermaßen zu den einzig richtigen macht.

Drittens. Man könnte den Verdacht haben, die hier geäußerte Kritik an der Propensity-Theorie beruhe zuletzt auf Humeschen Grundintuitionen und würde mit diesen stehen und fallen. Natürlich wird, wer nicht an Kausalität im Sinne realer, notwendiger Verknüpfungen zwischen Ereignissen (allgemeiner: an de-re-Modalitäten) glaubt, erst recht nicht bereit sein, an solche Verknüpfungen zu glauben, die keine volle Notwendigkeit mit sich führen, sondern eine Art partieller Notwendigkeit: eine objektive Wahrscheinlichkeit. Man kann die Propensity-Theorie in der Tat als eine Verallgemeinerung der von Hume abgelehnten Kausalitätsvorstellung ansehen. Der Wahrscheinlichkeitsbegriff lässt sich auffassen als eine Graduierung des Möglichkeitsbegriffs mit den Grenzbegriffen „notwendig“ und „unmöglich“. Jeder Deutung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs entspricht daher eine Deutung der Modalitäten unmöglich, möglich, notwendig. Im Falle der Propensity-Theorie ist der zugehörige Notwendigkeitsbegriff der einer realen notwendigen Verknüpfung zwischen einzelnen Ereignissen. Wenn man sich den entsprechenden Möglichkeitsbegriff graduiert denkt, erhält man die Propensity-Theorie: Ein bestimmter einzelner Vorgang ist mit verschiedenen möglichen Ausgängen jeweils „schwach verknüpft“, eine solche Verknüpfung kann allerhand Stärkegrade aufweisen, und man hat sie sich vorzustellen als einen Bestandteil

der Wirklichkeit. Ich habe oben schon darauf hingewiesen, dass man diese Idee nicht benutzen kann, um den Begriff der Propensität oder objektiven Einzelfall-Wahrscheinlichkeit zu explizieren. Was sind denn „schwache Verknüpfungen“? Wenn man das erklären will, ist man wieder auf den Wahrscheinlichkeitsbegriff zurück verwiesen. Aber diese Idee liefert doch einen plausiblen Kontext für objektive Einzelfall-Wahrscheinlichkeiten, und man könnte eben meinen, dass die Ablehnung der Propensity-Theorie Hand in Hand geht mit der Ablehnung realer notwendiger Verknüpfungen zwischen einzelnen Ereignissen. Das ist jedoch nicht der Fall. Es wäre nur dann der Fall, wenn ein Vertreter der von Hume abgelehnten Kausalitätsauffassung etwa das folgende postulieren müsste: „Es gibt zwischen Ereignissen eine besondere Relation R mit der Eigenschaft, dass, wenn ein Ereignis A in der Relation R zu einem Ereignis B steht, und A eintritt, man rationalerweise davon überzeugt sein muss, dass auch B eintritt. R verdient aufgrund dieser Eigenschaft die Bezeichnung ‚notwendige Verknüpfung‘.“ Mit einem solchen Satz als Fundamentalprinzip hätten wir tatsächlich eine Parallele zur Propensity-Theorie. Man braucht aber nichts dergleichen zu postulieren, die grundlegende Annahme ist vielmehr von der folgenden Art: „Es gibt zwischen Ereignissen eine Relation R mit der Eigenschaft, dass, wenn ein Ereignis A in der Relation R zu einem Ereignis B steht, und A eintritt, dann auch B eintritt.“ Bzgl. Überzeugungsgraden muss gar nichts postuliert werden. Anders bei der Propensity-Theorie: „Wenn jede Durchführung eines Experimentes E eine kausale Verknüpfung der Stärke x zu dem Ausgang A aufweist, und das Experiment (wiederholt) durchgeführt wird, dann . . .“ Ja, was dann? Dass sich dieser Satz nicht befriedigend fortsetzen lässt, ist das Kernproblem der Propensity-Theorie. Die einzige Fortsetzung, die eine Überprüfung von Behauptungen über Propensitäten gestattet, lautet „ . . . dann ist *sehr stark damit zu rechnen*, dass der Ausgang A auf lange Sicht ungefähr mit der relativen Häufigkeit x auftritt.“ Und dies ist eine Aussage über vernünftige Überzeugungsgrade und nicht über Vorgänge in der Welt. Das Problem der Propensity-Theorie ist nicht die Verletzung Humescher Intuitionen, sondern die Einführung theoretischer Größen über Rationalitätspostulate.

Resümierend lässt sich sagen, dass bisher kein überzeugender objektiver Wahrscheinlichkeitsbegriff vorliegt. Verzichten kann man auf einen solchen aber auch nicht, denn er wird zumindest durch genuin indeterministische Phänomene wie dem radioaktiven Zerfall gefordert, und in zweiter Linie überhaupt durch alle Phänomene, die wir erfolgreich probabilistisch modellieren können. Etwas muss dafür aufkommen, dass wir statistische Regelmäßigkeiten in den Resultaten von (genuinen) Zufallsexperimenten beobachten. Wir benötigen eine Erklärung, warum sich die möglichen Ausgänge mit bestimmten charakteristischen Häufigkeiten einstellen, und nicht auch auf längere Sicht völlige Regellosigkeit zu beobachten ist. Welche Art von Entität auch immer diese Erklärungsleistung erbringen würde, würde dann auch die vernünftigen Überzeugungsgrade für den Einzelfall liefern, aber indirekt, auf dem Weg über die relativen Häufigkeiten, und nicht als Grundpostulat. Aber was könnte eine solche Erklärung liefern, und wie? Dieses Problem hat bisher keine befriedigende Lösung gefunden. Der Verweis auf „Tendenzen“ verkleidet das Rätsel nur, ohne es zu lösen.

Literatur

- Carnap, Rudolf 1945: The Two Concepts of Probability, in: Philosophy and Phenomenological Research 5, 513–532.
- De Finetti, Bruno 1964: Foresight: its Logical Laws, its Subjective Sources, in: Kyburg und Smokler (Hg.), Studies in Subjective Probability, New York, 93–158.
- De Finetti, Bruno 1993: On the Subjective Meaning of Probability, in: Bruno de Finetti, Induction and Probability, Bologna, 291–321.
- Earman, John 1992: Bayes or Bust? A Critical Examination of Bayesian Confirmation Theory, Cambridge (Mass.).
- Gillies, Donald 2000: Philosophical Theories of Probability, London und New York.
- Hacking, Ian 1975: The Emergence of Probability, Cambridge.
- Howson, Colin und Peter Urbach 1993: Scientific Reasoning. The Bayesian Approach, Chicago.
- Laplace, Pierre Simon 1814: Essai Philosophique sur les Probabilités, Paris.
- Lewis, David 1980: A Subjectivist's Guide to Objective Chance, in: Lewis 1986, 83–132.
- Lewis, David 1986: Philosophical Papers Vol. II, New York.
- Lewis, David 1994: Humean Supervenience Debugged, in: Mind 103, 473–490.
- Lucas, John 1970: The Concept of Probability, Oxford.
- Mellor, Hugh 1971: The Matter of Chance, Cambridge.
- Popper, Karl 1957: The Propensity Interpretation of the Calculus of Probability, and the Quantum Theory, in: S. Körner (Hg.), Observation and Interpretation, London, 65–70.
- Popper, Karl 1959: The Propensity Interpretation of Probability, in: The British Journal for the Philosophy of Science 10, 25–42.
- Popper, Karl 1967: Quantum Mechanics without 'The Observer', in: M. Bunge (Hg.), Quantum Theory and Reality, Berlin, 7–44.
- Popper, Karl 1982: The Open Universe. An Argument for Indeterminism, Totowa.
- Popper, Karl 1990: A World of Propensities, Bristol.
- Ramsey, Frank 1990: Truth and Probability, in: F. Ramsey, Philosophical Papers, Cambridge, 52–96.
- Reichenbach, Hans 1935: Wahrscheinlichkeitslehre, Leiden.
- Rosenthal, Jacob 2004: Wahrscheinlichkeiten als Tendenzen. Eine Untersuchung objektiver Wahrscheinlichkeitsbegriffe, Paderborn.

Salmon, Wesley 1984: Scientific Explanation and the Causal Structure of the World, Princeton.

Stegmüller, Wolfgang 1973: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Band IV: Personelle und Statistische Wahrscheinlichkeit, Berlin.

Toulmin, Stephen 1958: The Uses of Argument, Cambridge.

Venn, John 1866: The Logic of Chance, London.

Von Kries, Johannes 1886: Die Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Freiburg.

Von Mises, Richard 1928: Wahrscheinlichkeit, Statistik und Wahrheit, Wien.

Von Plato, Jan 1994: Creating Modern Probability, Cambridge.