



Adalbert Feltz

Anmerkungen zum Vortrag von Lothar Kolditz „Zufall – Betrachtungen aus naturwissenschaftlicher Sicht“

1. Die Darlegungen beschreiben mit dem Ansatz „kennzeichnend für ein zufälliges Ereignis ist, dass es nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden kann“ und der an den Anfang gestellten Voraussetzung, „dass im Ereignisbereich des Zufalls die zuständigen Naturgesetze uneingeschränkt gelten“, das Phänomen „Zufall“ zweifellos treffend und umfassend. Die damit verbundene Aussage ist grundlegend und bedeutsam für alle weiteren Erörterungen. Den Zufall durch die Wahrscheinlichkeit zu beschreiben, mit der ein bestimmtes Ereignis im Einklang mit den Naturgesetzen eintritt, ist dann m. E. nur eine andere Version der gleichen Feststellung.
2. Die Veranschaulichung des Phänomens „Zufall“ basiert im Vortrag auf Beispielen aus der klassischen Physik wie dem Würfeln, dem Ziehen von Lottozahlen oder der Überschneidung von Ereignisketten im Straßenverkehr. Es wird dann davon ausgehend der Versuch unternommen, das Geschehen im Kosmos mit dem Bild eines Deterministischen Chaos und den daraus ableitbaren Wahrscheinlichkeitsaussagen gleichfalls durch Wechselwirkungen zu beschreiben, wie sie aus der klassischen Physik geläufig sind. Das trifft für bestimmte Teilfragestellungen zweifellos zu, z. B. auf die Beurteilung der Stabilität unseres Planetensystems. Insgesamt verstrickt sich die Kosmologie unserer Tage angesichts Schwarzer Löcher, einer mit dem Abstand zunehmend beschleunigten Fluchtgeschwindigkeit und dem Ursprung eines „tellerartigen“ Drehmoments der Galaxien oder von Gama Burst Ereignissen immer mehr in Widersprüche zu etablierten physikalischen Begriffen und Gesetzen, die aber doch Werkzeuge unseres Denkens sind.
3. Die im Mikrokosmos mit der Quantenmechanik verknüpften Zufallsphänomene bleiben im Vortrag nach meinem Verständnis unberücksichtigt. Eine zentrale Stellung nimmt hinsichtlich dieser Fragestellung die Beugung am Doppelspalt ein: Ein definierter Strom von C_{60} -Molekülen ergibt hinter dem Doppelspalt auf einem Schirm ein Treffermuster, das auch in der Mitte zwischen den Spalten eine Intensität liefert. Letztere unterbleibt, wenn man jeweils einen Spalt abdeckt. Flugbahn und Geschwindigkeit sind bestimmt, die Ankunft am Ziel dagegen ist im Teilchenbild der klassischen Physik unbestimmt. Kausalität ist gegeben, Determinismus im Sinne von Vorherbestimmtheit der klassischen Physik fehlt. Das geschilderte Zufallsgeschehen entzieht sich in der Begriffswelt der klassischen Physik unserem Verständnis. Hier gilt der Zufall des Würfels nicht! Die Welt bleibt aber trotzdem erkennbar, da wir sie auf mathematischer Ebene widerspruchsfrei beschreiben können, indem wir die Interferenz von Teilchenwellen in Betracht ziehen. Damit bleibt die unter Punkt (1) allgemein gültig formulierte Kennzeichnung von Zufall gewahrt.
4. Die Radioaktivität als ein Beispiel für das Wirken von Zufall aus dem Quantenbereich zu verwenden, ist zwar vielfach üblich, erscheint mir aber bedenkenswert. Dazu zwei Einwände:

- Bekanntlich folgt das Zerfallsgeschehen einem Zeitgesetz, bei dem die Abnahme der Anzahl radioaktiver Atome N um $-dN$ pro Zeitintervall dt stets proportional ist der noch vorhandenen Anzahl von N Atomen: $-dN/dt = \lambda * N$. Der Proportionalitätsfaktor λ ist mit der Halbwertszeit gemäß $\lambda = \ln 2 / \tau_{1/2}$ verknüpft.

Man kann dieses Gesetz ohne messende Beobachtung sofort ableiten, wenn nur eine hinreichend große Anzahl von Einzelindividuen vorliegt, die eine bestimmte Wahrscheinlichkeit λ für eine Umwandlung in sich tragen. Dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Einzelindividuum das Zeitintervall Δt überlebt, $w = 1 - \lambda * \Delta t$. Die Wahrscheinlichkeit, die Gesamtzeit $t = k * \Delta t$ zu überleben, ist $w' = (1 - \lambda * \Delta t)^k$, und statt dessen kann man auch schreiben $w' = [(1 - \lambda * \Delta t)^{1/\lambda \Delta t}]^{-\lambda t}$, und wenn $\Delta t \Rightarrow 0$, folgt $w' = e^{-\lambda t} \Rightarrow$

$$N_t / N_0 = e^{-\lambda t}$$

Es ist damit m. E. völlig offen, welches physikalische Geschehen die Zerfallsbereitschaft λ verursacht. Es ist offenbar vor allem das „schöne“ Wahrscheinlichkeitsgesetz 1. Ordnung, das dazu verleitet, die Analogie zu zerfallsbereiten großen organischen Molekülen mit ihren inneren Schwingungsmoden herzustellen, die infolge stochastischer Superposition von Schwingungsamplituden nach einem solchen Zeitgesetz zerfallen.

- Auch Neutronen unterliegen dem radioaktiven Zerfall, Halbwertszeit 10,3 Minuten: Was schwingt da? Welche Energie fluktuiert wie? Von daher, meine ich, ist der radioaktive Zerfall nur quantenmechanisch zu begreifen, damit allenfalls mit einer mathematisch beschreibbaren Unschärfe des Energiezustandes, die ggf. eine Tunnelwahrscheinlichkeit für die Emanation eines Elektrons einschließt. Da wird m. E. „nicht gewürfelt“.
5. Es gibt sicher keinen Zufall ohne ursächliche Auslösung = Kausalität (wozu braucht man da noch die Begriffsbildung „absoluter Zufall“?). Im Rahmen der klassischen Physik gilt außerdem die Determiniertheit auch im Fall zufälliger Ereignisse (Chaostheorie) – für die Ebene der Quantenmechanik gilt das offenbar nicht.

Warum sollte aber ein Ereignis im Rahmen einer realistischen Präzisionsvorgabe in unserem Leben nicht auch streng determiniert sein? Unter eindeutigen Randbedingungen einer Fragestellung gibt es doch auch den Fall nur einer richtigen Antwort, die dann objektiv wahr ist. Die Verknüpfung mit dem freien Willen ist doch eine ganz andere Ebene, und die Frage wurde m. W. von Aristoteles aufgegeben und in den Schulen idealistischer Philosophie bis heute fortgetragen. M. E. sollte man da, wo es überprüfbar angebracht ist, stets präzise (determinierte) Aussagen anstreben. Allzu gerne lässt man sich ein „Hintertürchen“ der Unschärfe mit der Begründung eines sogenannten freien Willens offen, und sei es drum, sich nicht festzulegen – und das kann ja auch bequem sein.

Adresse des Verfassers: Adalbert Feltz (Deutschlandsberg)

Lothar Kolditz: Antwort auf Adalbert Feltz

Die Anmerkungen von Adalbert Feltz betreffen einen wesentlichen Teil meines Vortrages, bei dem mir durchaus die Diskrepanz zu herrschenden Meinungen bewusst ist, nämlich die mit der Quantenmechanik verknüpften Zufallsphänomene. Ich habe darauf auch im Vortrag hingewiesen. Ich weiß, dass z. B. Anton Zeilinger einen anderen Standpunkt vertritt.

Der Doppelspaltversuch von Markus Arndt mit Fullerenen (C-60) in der Abteilung von Zeilinger in Wien zeigt das Zutreffen des Teilchen-Welle-Dualismus auch bei größeren Teilchen als bisher festgestellt. Das Beugungsmuster wird durch die Eigenschaften der Materiewelle hervorgerufen, bedarf also nach meiner Ansicht keiner zusätzlichen Unbestimmtheitsüberlegungen für Teilchen.

Dass im Quantenbereich kein Würfelcharakter für die Vorgänge zuständig ist, bestreite ich nicht. Im Ereignisbereich der Quantenmechanik gelten selbstverständlich andere Gesetze als im klassisch-physikalisch-mechanischen Bereich. Es kommt mir aber darauf an zu betonen, dass auch im Quantenbereich Gesetze gelten, die die ablaufenden Vorgänge beschreiben. Wir kennen bislang nur einen geringen Teil davon, zum Beispiel eben nicht das Wechselspiel der Kräfte im Atomkern, das zur Radioaktivität führt. Die Formulierung des Schwingungsbildes ist lediglich eine Hypothese, die zu überprüfen ist und natürlich durch eine andere Auffassung ersetzt werden muss, wenn sie widerlegt wird.

Ein Neutron ist nach heutiger Auffassung aus zwei down-Quarks und einem up-Quark aufgebaut, das wären in diesem Fall die Schwingungspartner.

Ein absoluter Zufall, der ohne ursächliche Auslösung eintritt, ist auch nach meiner Ansicht nicht anzunehmen. Es gibt aber die gegenteilige Auffassung, weshalb die Bezeichnung absoluter Zufall berücksichtigt werden muss. Gerade der radioaktive Zerfall ist als objektiver Zufall bezeichnet worden, was auch als absoluter Zufall aufgefasst wurde.