

## Textauszug

### Jürgen Beetz: Eine phantastische Reise durch Wissenschaft und Philosophie

#### 4. Ursache und Wirkung

Kausalität (lat. *causa* „Ursache“) bezeichnet die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung. Spannend wird die Frage, ob *jede* Wirkung eine Ursache und jede Ursache eine Wirkung haben muss – ob also die Kausalitätskette unendlich ist. Schon die vor-sokratische griechische Philosophie etwa zwischen 600 und 400 v. Chr. fragte nach dem „Urgrund“ allen Seins, nach der ersten Ursache, der *Ur-Sache* im besten Sinn des Wortes. Und von hier aus ist auch der Weg zu der philosophischen Denkrichtung des Determinismus und der Frage nach dem freien Willen nicht weit.

#### Brauchen wir die Kausalität?

Sancho Pansa, etwas frustriert von der Tatsache, dass er sich die Arbeit mit dem Reifenwechsel ganz alleine machen musste, hatte die Frage nach der Ursache eines Missgeschicks aufgeworfen. Fern lag ihm, wie er anklagend betonte, etwa Don Quijote dafür verantwortlich zu machen, obwohl es ja *sein* Auto sei und *er* den Reifen einfach zu wenig geschont habe. Er habe ihm ja schon immer gesagt, dass er nicht auf scharfe Bordsteinkanten fahren solle. Überhaupt sei es ja ein Wunder, dass der Wagen *überhaupt* noch funktioniere, so wenig würde er ihn pflegen. Das konnte Don Quijote natürlich nicht auf sich sitzen lassen, und so zankten sie sich eine Weile wie ein altes Ehepaar, bis sie die Lust verloren und Sancho Pansa sich beruhigt hatte. Schließlich gab er zu, es könne ja auch „von selbst“ gekommen sein.

DQ: Komisch, dass der Mensch für jede Wirkung eine Ursache sucht. Oder soll ich sagen: „Wirklichkeit“? Es ist ja derselbe Worthintergrund.

SP: Nein, nicht komisch. Damals konnte der *homo sapiens* nur überleben, wenn er das Wirken der Natur in ihrem kausalen Zusammenhang erklären und somit vorhersagen konnte. Heute suchen wir ebenfalls für jede Wirkung – besonders die unangenehme – eine Ursache, um sie zu vermeiden. Krebs wird durch Umweltgifte verursacht, sagt der eine. Nein, er entsteht durch Stress, beweist der andere. Studien eines Dritten belegen, dass er bakteriell verursacht ist. Vielleicht behauptet einer, er sei als Strafe von Gott geschickt. Also was denn nun? Wie beseitige ich die Ursache, um die Wirkung loszuwerden? Durch gesundes Leben, Psychotherapie, Antibiotika, gar Beten? Das ist dann ja keine akademisch-philosophische Frage mehr, wo die Wahrheit zu finden ist, sondern eine auf Leben und Tod.

DQ: Ursachen sind ja auch nicht immer einfach zu finden.

SP: Eine Ursache muss auch begrifflich unterschieden werden vom Anlass, dem zufälligen und „unwesentlichen“ Auslöser einer Wirkung. Und von den Bedingungen, die

neben der eigentlichen und „wesentlichen“ Ursache erfüllt sein müssen. Wenn eine von ihnen nicht vorliegt, tritt auch keine Wirkung ein.

DQ: Und wir suchen auch noch den *Grund* einer Wirkung, eine eher ideelle Ursache im Gegensatz zum eher materialistischen Begriff der Ursache. Fällt dir da ein Beispiel ein?

SP: Der Grund der Reifenpanne war die schlechte Wartung, der abgefahrene Reifen. Die Ursache, dass du über den spitzen Stein gefahren bist. Der Auslöser war der Schlenker nach rechts, mit dem du das Schlagloch vermeiden wolltest. Die leider alle erfüllten Bedingungen, ohne die die Panne vielleicht vermieden worden wäre, waren die schlechte Sicht in der Dämmerung, deine geistige Abwesenheit beim Autofahren und deine zu hohe Geschwindigkeit. Das ist zwar – wie in vielen anderen Fällen auch – etwas konstruiert und könnte auch anders gedeutet und zugeordnet werden, aber so könnte man es illustrieren.

DQ: Das leuchtet halbwegs ein. Und fang' bitte nicht wieder an, alles *mir* in die Schuhe zu schieben!

SP: Was ist denn nun das Problem der Kausalität?

DQ: Wie wir schon sagten: die *wahre Ursache* zu finden, nicht den Auslöser oder den Grund. Zweitens, ob es immer stimmt, dass keine Tatsache als wahr oder existierend gelten kann, ohne dass es einen zureichenden Grund dafür gibt. Der seit der Antike diskutierte „Satz vom zureichenden Grund“. Drittens die Frage, ob die Ursachenkette *unendlich* lang sein kann.

SP: Das sind nicht nur philosophische Probleme, sondern auch wissenschaftliche. In dem Teil der Wissenschaft, die die Naturgesetze erforscht, führen wir kontrollierte Experimente durch, die reproduzierbar sein müssen. Gleiche Ursachen müssen – unter gleichen Anfangsbedingungen und innerhalb gewisser Fehlergrenzen – gleiche Wirkungen haben und ähnliche Ursachen müssen ähnliche Wirkungen haben.

DQ: „Gleich“ und „ähnlich“ hört sich sehr unpräzise und unwissenschaftlich an.

SP: Es gilt auch nur in linearen Zusammenhängen, wo eben keine Irregularitäten auftreten. „Kleine Ursache, große Wirkung“, sagt ja schon der Volkmund. Dabei gibt es viele Bereiche, wo genau das Gegenteil zutrifft.

DQ: Das so simpel erscheinende Thema – „alles hat seinen Grund“ – erweist sich also als gar nicht so einfach. Nicht nur viele Philosophen haben daran herumgedacht...

SP: ... sondern es beschäftigt auch die Wissenschaft. Komplexität – die wir noch besprechen müssen – begrenzt die Kausalität weiter. Ereignisse *haben* vielleicht eine Ursache, aber wir können sie in dem verwobenen Netz der Interaktionen nicht dingfest machen. Und dann gibt es noch den Mikrokosmos, die Welt der Quanten! Wir hatten sie ja schon beim letzten Jahresrückblick erwähnt.

DQ: Ja, aber ich verstehe sie immer noch nicht.

SP: Das „immer noch“ kannst du weglassen. Du wirst sie nie verstehen. Bevor du beleidigt bist: ich auch nicht. Die Quantenphysik ist einfach schweinemäßig schwierig zu verstehen, weil sie unserer normalen Welt-Erfahrung widerspricht. Die Fachleute sagen

aber, sie wäre sauber experimentell untermauert und nicht nur eine Theorie von Spinnern.

DQ: Beruhigend. Gib mal ein Beispiel für die behauptete Verletzung der Kausalität.

SP: Eigentlich ist es das weite Feld des Zufalls, von dem wir gleich sprechen werden. Sicherheit wird durch Wahrscheinlichkeit ersetzt. Der radioaktive Zerfall von instabilen Atomkernen führt dazu, dass sie sich spontan unter Energieabgabe in andere umwandeln und dabei meist energiereiche Teilchen abgeben. *Wann* und *wodurch* ein Atomkern das tut, ist nicht zu bestimmen. Wir kennen nur die Wahrscheinlichkeit, also die relative Häufigkeit des Zerfalls bezogen auf die Gesamtmenge. Konkret die sogenannte „Halbwertszeit“, bei der die Hälfte der Atome zerfallen ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein betrachteter einzelner Kern sich innerhalb der ersten Halbwertszeit umwandelt, beträgt 50 Prozent – daher der Name. Dann die Unschärferelation. Wir kommen später noch einmal darauf zurück.

DQ: Die Halbwertszeit von Atomabfällen soll ja Zehntausende von Jahren betragen.

SP: Bei Plutonium 24.110 Jahre. Uran-235, der Explosivstoff der ersten Atombombe, braucht 704 Millionen Jahre. Und nach der zweiten Halbwertszeit ist nicht etwa der Rest verschwunden, sondern die Hälfte des Restes, also ein Viertel. Dann ein Achtel, ein Sechzehntel und so weiter. Mit anderen Worten: Das Zeug verschwindet *nie*.

DQ: Tröstlich! Ob wir Unsterblichen dann noch leben werden?

SP: Auf jeden Fall sollten wir die Endlager – wenn sie denn mal gefunden werden – weiträumig umfahren!

### **Der Zufall tötet die Kausalität**

Nun tuckerten sie im Auto durch eine abwechslungsreiche Landschaft. Sancho Pansa schien in letzter Zeit etwas die Lust verloren zu haben, mit seinem Zweirad alleine zu fahren und sich zu irgendwelchen verabredeten Zeiten an irgendwelchen verabredeten Orten einzufinden. Lieber wollte er es spontanen Entschlüssen oder einfach dem Zufall überlassen, wann sie wohin getrieben würden. Er hatte auch die Steuer übernommen, was seinen Nerven wesentlich besser bekam als der Platz auf dem Beifahrersitz, und Don Quijote konnte in Ruhe die saftigen Wiesen, die knorrigen Olivenbäume und die sanften Hügel betrachten. Einer der Hügel, so beharrte er, gleiche doch in frappierender Weise dem Profil eines schnauzbärtigen Mannes.

SP: Das Gehirn hat die Tendenz, bei seiner stetigen Suche nach Mustern und Bildern in der Wahrnehmung diese auch selbst in zufälligen Strukturen oder in Sinneseindrücken geringen Informationsgehalts zu finden. *Clustering-Illusion*, *Apophanie* und *Pareidolie* nennt man das. Viele glauben ja, der Mond habe auch ein Gesicht.

DQ: Meine Güte! Auf einmal schmeißt *du* mit Fremdwörtern um dich! Was *ist* denn überhaupt „Zufall“?

SP: Zufall ist ein Ereignis, also eine Wirkung, deren Ursache wir nicht kennen.

DQ: Weil es keine Ursache *hat* oder weil wir sie nicht erkennen können?

SP: Ja.

DQ: Ja *was*?

SP: Beides. Der Nachweis des ersteren – dass es keine Ursache hat – ist extrem schwierig bis unmöglich. Man kann nicht beweisen, dass es keine Engel, Geister oder *Aliens* gibt. Man kann auch nicht beweisen, dass es keine Ursache für etwas gibt. Das gilt natürlich auch für viele esoterische Bereiche, zum Beispiel in der Homöopathie, wie man fairerweise sagen muss. Der fehlende Nachweis der Wirksamkeit ist nicht der Nachweis fehlender Wirksamkeit. Aus dem Umstand, dass sich etwas nicht erklären oder mit gegenwärtigen Methoden nicht nachweisen lässt, folgt keineswegs, dass es nicht existiert. Umgekehrt folgt *daraus* ebenso wenig, *dass* es existiert.

DQ: Das gehört alles in das weite Feld, den alten Streit zwischen Determinismus und Indeterminismus. Immanuel Kant dachte in der „Kritik der reinen Vernunft“ über den Widerspruch zwischen Determinismus und der Unbestimmtheit des Willens, der „Antinomie“ der Willensfreiheit, nach. Hunderte meiner Kollegen haben darüber nachgedacht und geschrieben. Deine übrigens auch.

SP: Ja. Zufall ist ja auch die „Feinjustierung“ des Universums: die Tatsache, dass zahlreiche Konstanten und Werte so sind, wie sie sind – und nur damit überhaupt ein Universum und Leben darin möglich sind. Oder die Tatsache, dass Leben nur auf Kohlenstoffbasis möglich ist... Manche halten es nicht für eine Tatsache und sprechen vom „Kohlenstoffchauvinismus“.

DQ: Fragen wie „Wie ist das Universum entstanden und wie wird es enden?“, „Woher kommen wir?“, „Wohin gehen wir?“ und „Wie kam das Leben ins Universum?“ waren früher fast ausschließlich ein Tummelplatz für Mythen, Geschichtenerzähler, Philosophen oder Theologen. Sie können aber heute viel wahrheitsgetreuer von den Naturwissenschaften beantwortet werden. Um Leben hervorzubringen, würde ein allmächtiges und unendliches höchstes Wesen seine Schöpfungskraft nicht in der extremen Feinjustierung eines einzigen Universums verzetteln. Vielmehr würde er diese dazu einsetzen, den größten und elegantesten möglichen Wurf zu machen, indem er eine unendlichen Anzahl von Universen schafft.

SP: Wenn es dieses Wesen gibt. Da erhebt sich hier sofort die Frage nach *seiner* Ursache.

DQ: Ihr Wissenschaftler glaubt ja mehr, das Universum – oder gar *die* Universen – sei „aus dem Nichts“ entstanden. *Creatio ex nihilo*. Und es gäbe dafür *keine* Ursache. Denn vorher gab es *nichts*. Weder die Zeit noch den Raum, also weder einen Zeitpunkt noch einen Ort, der als Ursache dienen könnte. Das ist ebenso unvorstellbar wie ein allmächtiger Schöpfer.

SP: Viele normale Menschen glauben auch, dass alle Ereignisse durch Vorbedingungen eindeutig festgelegt sind. Alles ist Schicksal, vorbestimmt, im Universum oder durch die elektrochemischen Vorgänge im Kopf unausweichlich vorgegeben.

DQ: Das ist die Kernaussage mancher Philosophen und vieler Religionen.

SP: Sei nicht albern. So denken wir im 21. Jahrhundert nicht mehr. Wer soll sie denn wie festlegen? Und warum? Das führt doch unweigerlich zur Annahme eines „Höheren Wesens“! Wir wissen aber, dass sich selbst in ehemals fest gefügte naturwissenschaftliche Bezirke der Zufall hineinfrisst wie ein Gift und die Kausalität ermordet.

DQ: Starke Worte!

SP: Ich kann es auch weniger pathetisch sagen. Die Philosophie fragt: „Was ist Zufall?“ Wir fragen: „Wie lässt sich der Zufall quantitativ erfassen?“. Wenn bei der Wiederholungen eines Versuches von derselben Ausgangssituation aus auch eine andere Endsituation eintreten kann, dann zählen wir einfach: Wie oft kommt das vor? Das weite und morastige Gebiet der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, zusammen auch „Stochastik“ genannt.

DQ: O ja! Das kommt vom altgriechischen *stochastikē technē*, also „Kunst des Vermutens“ oder „Ratekunst“. Aber „morastig“? Also voller Gefahren und dunkler Phänomene? Und das soll wissenschaftlich sein!?

SP: Natürlich. Aus der Verteilung der Wahrscheinlichkeiten für ein Zufallsereignis können wir interessante und – nebenbei bemerkt – korrekte Schlüsse ziehen. Grundkenntnisse über solche Regeln würden viel Unfug und Irrglauben verhindern – vom „Spielerfehlschluss“ bis zur falschen Risikoeinschätzung in vielen Bereichen.

DQ: „Spielerfehlschluss“?

SP: Ein logischer Fehlschluss, aus der Vergangenheit eines zufälligen Ereignisses auf die Zukunft zu schließen. Wie in der Spielbank: „Jetzt ist schon viermal hintereinander »schwarz« gekommen, jetzt muss doch wieder »rot« kommen.“ Aber die Roulettekugel hat kein Gedächtnis. Ein bedeutsames Risiko – ob ein Unfall oder ein Lottogewinn – wird in seiner Eintrittswahrscheinlichkeit meist *überschätzt*. Für Experten aber ist Risiko gleich „Eintrittswahrscheinlichkeit“ multipliziert mit „Schaden“. Oder als „positives“ Risiko multipliziert mit „Nutzen“. Dabei ist die Wahrscheinlichkeit eines Lotto-Sechсers geringer als die Gefahr, zwischen Abgabe des Lottoscheins und Ziehung zu sterben.

DQ: Menschen haben also eine gestörte Risikowahrnehmung.

SP: Sie haben allgemein eine gestörte Zufallswahrnehmung. Sie suchen nach Mustern und Erklärungen, wo keine sind, wie wir anfangs schon sagten.

DQ: Sie erkennen Jesus auf einem Toast und ersteigern ihn im Internet für horrenden Summen.

SP: Wir sollten das Thema aber ernster nehmen. Denn erstens hat die Quantenphysik eine neuerliche Diskussion darüber ausgelöst, ob die Welt fundamental deterministischen oder im innersten zufälligen Prinzipien gehorcht. Zweitens ist unser

Gehirn erstaunlicherweise wenig geeignet zur klaren Einschätzung von Zufallsereignissen.<sup>162</sup> Solche Fehleinschätzungen unterlaufen auch ausgebildeten Mathematikern. Und drittens kann uns das möglicherweise sehr schaden: ein Risikopotential, mit dem so nachlässig umgegangen wird. Ein Professor von der Yale University in den USA hat Hochrisiko-Systeme untersucht. Angesichts des Katastrophenpotentials und der Kosten für Alternativen kommt er bezüglich der Kernkraft – Waffen und friedliche Nutzung gleichermaßen – zu dem Schluss: „aufgeben!“. Potentielle Terroropfer machen Öffentlichkeit und Politiker fast hysterisch, viele tausendmal mehr potentielle Kernkraftopfer aber lassen uns nur mit der Schulter zucken, von den Gefahren des Mülls gar nicht zu reden.

DQ: Ein Wunder, dass die Evolution und die Natur – in der Zufallsprozesse extrem häufig sind – uns da nicht aussortiert haben!

SP: Zufall ist also ein Ereignis, das mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eintreten kann, jedoch nicht eintreten muss. Es gibt zahlreiche Sprüche über den Zufall. „Zufall ist vielleicht das Pseudonym Gottes, wenn er nicht selbst unterschreiben will“ oder „Das, wobei unsere Berechnungen versagen, nennen wir Zufall“ oder „Es gibt keinen Zufall, lediglich eine Menge unbestimmter Faktoren, die wir weder beeinflussen können, noch wollen.“

DQ: Aber es passiert doch so oft, dass wir an jemanden denken und dann ruft er an. Oder wir ahnen voraus, dass uns an dieser unübersichtlichen Ecke jemand entgegenkommen wird – und schwupps! ist er da.

SP: Noch viel öfter passiert es aber, dass wir an etwas denken und dann tritt es *nicht* ein. Das vergessen wir aber sofort wieder. Nur den zufälligen Eintritt des erhofften oder gefürchteten Ereignisses merken wir uns. Das nennt man „Selektive Wahrnehmung“. Gehört zum psychologischen Bereich der „Kognitive Verzerrungen“.

DQ: Mag ja alles sein. Aber egal, ob ein Zufall oder ein klar bestimmbares Ereignis eine Wirkung auslöst – *alles* hat eine Ursache. Ein linearer Zusammenhang, sonst würde sich ja die Katze in den Schwanz beißen. Wie Platons *Ouroboros*, der „Selbstverzehrer“, die Schlange, die den eigenen Schwanz in das Maul nimmt. Eine Wirkung ohne Ursache gibt es nicht. Das Gesetz der Kausalität gilt *immer*.

SP: (mit wissendem Funkeln in den Augen) Mal sehen!