

Wozu eine Störungstheorie der Kausalität?

Author(s): Andreas Hüttemann

Source: *Zeitschrift für philosophische Forschung*, Bd. 69, H. 2 (2015), pp. 181-196

Published by: Vittorio Klostermann GmbH

Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/24587550>

Accessed: 19-05-2021 13:20 UTC

JSTOR is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship. For more information about JSTOR, please contact support@jstor.org.

Your use of the JSTOR archive indicates your acceptance of the Terms & Conditions of Use, available at <https://about.jstor.org/terms>



JSTOR

Vittorio Klostermann GmbH is collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access to *Zeitschrift für philosophische Forschung*

Andreas Hüttemann, Köln

Wozu eine Störungstheorie der Kausalität?¹

Sebastian Schmoranzer resümiert seine Diskussion der Störungstheorie der Kausalität, die ich in (Hüttemann 2013) skizziert habe², indem er die folgenden Kritikpunkte benennt: Die Störungstheorie sei – anders als angekündigt – nicht reduktiv und sie habe zu den Problemen der Transitivität und der vorwegnehmenden Verursachung keine befriedigenden Antworten zu geben. Diese Kritik ist insofern berechtigt, als einiges nicht hinreichend explizit formuliert (z. B. in Bezug auf die Reduktionsproblematik und Fragen, die an die vorwegnehmenden Ursachen anschließen) und anderes etwas schief dargestellt wurde (Transitivität). Gleichwohl möchte ich hier zeigen, dass sich die Störungstheorie gegen diese Vorwürfe verteidigen lässt.

I. Präliminarien

Zunächst einmal ist es wichtig, die Fragestellung, zu deren Beantwortung die Störungstheorie der Kausalität beitragen soll, zu skizzieren: Wissen um Ursache-Wirkungsbeziehungen spielt in vielen Zusammenhängen eine wichtige Rolle. Wir wollen verstehen, *weshalb* etwas geschehen ist. Erklärungen, die *eine* oder *die* Ursache eines Geschehens benennen, können ein solches Verständnis liefern. Wir streben an, *vorherzusehen*, was sich in Zukunft ereignen wird. Ein Wissen um Kausalbeziehungen hilft Prognosen zu erstellen. Wir wollen den *Lauf der Dinge ändern*. Ein zielgerichtetes Eingreifen setzt ein Wissen darum voraus, welche Wirkungen, die von uns initiierten Eingriffe nach sich ziehen werden. Darüber hinaus wollen wir manchmal Personen für bestimmte Folgen ihrer Handlungen sanktionieren. Die *Zuschreibung moralischer Verant-*

¹ Für hilfreiche Kommentare zu einer früheren Version des Textes danke ich Vera Hoffmann-Kolss, Christian Loew und Sebastian Schmoranzer.

² Andere Autoren, die ebenfalls eine Störungstheorie der Kausalität angedeutet, vertreten oder diskutiert haben sind: Mach (1896, 430), Hart und Honoré (1959, 27), Lorenz Krüger (1992), Erhard Scheibe (2006, Kap. VII.e), Dennis Dieks (1981) und Tim Maudlin (2004)

wortlichkeit setzt voraus, dass die Handlung der Person, die Folgen auch tatsächlich verursacht hat.

Wir stützen uns also in zahlreichen uns wichtigen Zusammenhängen auf Kausalbeziehungen. Gleichwohl gibt es Gründe anzunehmen, solche Kausalbeziehungen könne es gar nicht geben. Für diese These haben Autoren wie Ernst Mach (vgl. Mach 1883, Mach 1896 sowie Mach 1905) und Bertrand Russell (vgl. Russell 1912/3) am Ende des 19. Jahrhunderts und zu Beginn des 20. Jahrhunderts argumentiert. Ihre These setzt bei der Beobachtung an, dass wir der Kausalbeziehung eine Reihe von Merkmalen zuschreiben: So unterstellen wir z. B., dass (i) Ursachen ihren Wirkungen gewöhnlich zeitlich vorhergehen (zeitliche Priorität), dass (ii) Ursachen ihre Wirkungen hervorbringen. Ursachen erzwingen ihre Wirkungen gewissermaßen (Produktion). Wir unterstellen weiter, dass (iii) Ursachen ihre Wirkungen hervorbringen, aber Wirkungen niemals ihre Ursachen (Asymmetrie) und dass (iv) Kausalbeziehungen eng mit Naturgesetzen oder Regularitäten verknüpft sind, sonst könnten Ursache-Wirkungs-Beziehungen nicht zur Prognose oder zum zielgerichteten Eingreifen in Naturverläufe herangezogen werden (Wiederholbarkeit). Wenn nun Kausalbeziehungen als Beziehungen zwischen Ereignissen in Raum und Zeit aufgefasst werden, dann sollte die Physik diese Ereignisse und die Beziehungen zwischen ihnen vollständig charakterisieren können. Nun zeigt sich aber, so Mach und Russell, dass eine Beziehung, die die genannten Merkmale aufweist, mit den fundamentalen Gesetzen der Physik unvereinbar sei. So seien – um ein einschlägiges Argument zu nennen – die fundamentalen Gesetze nicht in der für Kausalität relevanten Weise asymmetrisch.

Auf diese Situation kann man auf unterschiedliche Weise reagieren. Man kann erstens Mach und Russell folgen und sowohl Relevanz wie Existenz von Kausalbeziehungen bestreiten. Zweitens kann man behaupten, kausale Sachverhalte seien nicht auf die Physik reduzierbar (nach einer solchen Reduktion suchten Mach und Russell) und seien deshalb *zusätzlich* zu den physikalisch beschreibbaren Sachverhalten als primitiv zu postulieren. Schließlich kann man versuchen zu zeigen, dass unsere Verwendung kausalen Vokabulars trotz der Argumente Machs und Russells mit den Gesetzen der Physik vereinbar ist und physikalisch verankert werden kann. Die Störungstheorie ist ein Versuch, zu zeigen, wie Kausalität Teil einer von der Physik, Biologie usw. vollständig beschriebenen Welt sein könnte. Ursachen werden als Störfaktoren typischerweise makroskopischer Prozesse aufgefasst. Sowohl der Begriff des Störfaktors als auch der

genaue Begriff des Prozesses der hier einschlägig ist, kann durch Gesetze der Physik, durch biologische Generalisierungen usw. erläutert werden.

Aus dieser Aufgabenbeschreibung ergibt sich dann auch, in welchem Sinne die hier anvisierte Störungstheorie reduktiv sein sollte. Zunächst: Kausaltheorien lassen sich in ganz unterschiedlichen Hinsichten als reduktiv oder nicht-reduktiv klassifizieren, die voneinander unabhängig sind. Im Anschluss an Mackie (1980, viii-ix) lassen sich unterschiedliche Projekte und daran anschließend unterschiedliche Reduktionskonzeptionen unterscheiden: Das *begriffliche* Projekt fragt, ob wir das, was wir mit „Ursache“ meinen, auch in nicht-kausaler Terminologie ausdrücken können. Im Erfolgsfalle hätten wir es mit einer begrifflichen Reduktion zu tun. Das *epistemologische* Projekt zielt auf die Analyse der Überprüfungsbedingungen von Kausalaussagen. Reduktiv ist eine solche Analyse dann, wenn sie zeigen kann, wie wir Ursachen identifizieren können, ohne auf Kausalwissen zurückgreifen zu müssen. Das ontologische Projekt fragt danach, was Kausalbeziehungen sind. Reduktiv kann das ontologische Projekt in wenigstens zweierlei Hinsicht sein (die ich in (2013) nicht unterschieden habe): Erstens insofern kausale Tatsachen auf nicht-kausale Tatsachen zurückführt werden und zweitens insofern kausale Tatsachen auf Tatsachen, die durch die Wissenschaften, z. B. die Physik beschrieben werden, zurückführt werden. Diese beiden Projekt fallen auseinander, wenn z. B. das Vorliegen von Wechselwirkungen als kausaler Sachverhalt betrachtet wird: eine Zurückführung kausaler Sachverhalte auf physikalische Wechselwirkungen wäre dann nicht-reduktiv im ersten Sinne, aber reduktiv im zweiten.

Vor dem Hintergrund der Fragestellung, die oben vorgestellt wurde, sollte klar sein, dass die Störungstheorie auf eine Reduktion im zweiten Sinne abzielt, also eine Reduktion auf Tatsachen, die durch Wissenschaften wie die Physik, die Biologie etc. beschrieben werden.

Besonders schön wäre es, wenn es gelänge im Sinne des soeben skizzierten reduktiven Projekts hinreichende und notwendige Bedingungen für die Verwendung des Begriffs Ursache anzugeben. Obwohl in der Kausalitätsdebatte viele Fragen kontrovers diskutiert werden, gibt es doch eine gewisse Einigkeit bezüglich der Einschätzung, dass hinreichende und notwendige Bedingungen für Ursachen angeben zu wollen, nicht ganz einfach ist. Bezeichnend dafür ist, dass in letzter Zeit häufiger behauptet wird, dass wir nicht einen, sondern mehrere, voneinander verschiedene Kausalbegriffe haben (Cartwright 2007, Hall 2004, Godfrey-Smith 2009).

Eine umfassende Theorie, mit dem Ziel zu erläutern, welche Sachverhal-

te in der Welt durch unsere kausale Terminologie herausgegriffen werden, sollte, wenn sie keine einheitliche Erklärung des Phänomens Kausalität geben kann, verständlich machen, wie die verschiedenen Verwendungsweisen miteinander zusammenhängen. Dieser Zusammenhang wird teils durch einen Blick auf die Begriffsentwicklung deutlich.

Die Art und Weise, wie der Begriff Ursache verwendet wird, hat sich seit dem 19. Jahrhundert – teils in Auseinandersetzung mit Entwicklungen in den Naturwissenschaften – verändert.

Eine erste wichtige Veränderung ist die Entwicklung einer egalitären Ursachenkonzeption. Humes Beispiele für kausale Regularitäten umfassen typischerweise einen Faktor im Antezedens (*die* Ursache). Andere Autoren unterscheiden zwischen Hauptursachen und Nebenursachen (vgl. z. B. Baumgarten 1783, 62). Diese Konzeption einer herausgehobenen Ursache passte gut zu einem Verständnis der Newtonsch geprägten Physik, wonach immer eine Kraft *die* Ursache jeder (Bewegungs)Veränderung ist. Dagegen wehrt sich Mill gegen die Auffassung, wonach *ein* Ereignis oder *eine* Bedingung *die* Ursache einer Wirkung ist. Demgegenüber macht er geltend, dass es viele Faktoren oder Bedingungen sind, die üblicherweise gegeben sein müssen, damit ein Ereignis einer bestimmten Art zwingend (invariably) eintritt.

The real Cause is the whole of these antecedents; and we have philosophically speaking no right to give the name of them exclusively of the others. (Mill 1891, Buch II, Kapitel v, §3).

Auch wenn Mill die Gesamtheit der Bedingungen als *die* Ursache eines Ereignisses bezeichnet, wird damit der Blick darauf gerichtet, dass es eine Vielzahl von Bedingungen oder Ereignisse gibt, die mit gleichem Recht und in gleicher Weise Ursache genannt werden könnten. Der Fokus wird von einer inegalitären (*die* Ursache) auf eine egalitäre Konzeption (*eine* Ursache) von Ursachen verschoben.

Während es im Blick auf die Physik keinen Grund mehr gab, eine Hauptursache von Mitursachen oder *die* Ursache von Bedingungen zu unterscheiden, blieb die inegalitäre Ursachenkonzeption gleichwohl parallel dazu erhalten. Denn insbesondere wenn es um die Erklärung von Einzelereignissen und um Verantwortungszuschreibung geht, unterstellen wir typischerweise zunächst, dass ein inegalitärer Kausalbegriff angemessen ist. Die Störungstheorie expliziert einen solchen inegalitären Kausalbegriff (*die* Ursache) und betrachtet den egalitären (*eine* Ursache) als derivativ.

Eine zweite Entwicklung besteht darin, dass in Kausaldebatten die Beobachtung Eingang fand, dass die Physik häufig die zeitliche Entwicklung abgeschlossener Systeme beschreibt. Während der ältere Kausalbegriff auf von außen kommende Veränderungen an Systemen zugeschnitten ist, interessiert nunmehr, wie frühere Zustände mittels Naturgesetzen spätere Zustände in abgeschlossenen Systemen determinieren. Erhard Scheibe, der auf diesen Unterschied aufmerksam gemacht hat, resümiert,

„dass erstere [die ältere Kausalvorstellung] gerade das durchbricht, was letztere (die Determiniertheit) zur Voraussetzung hat: die Abgeschlossenheit eines physikalischen Systems.“ (Scheibe 2006, 223).

Zwar hatte schon Laplace von dem früheren Zustand des Universums als der Ursache späterer Zustände gesprochen, aber für Autoren wie Mach und Russell war die genannte Entwicklung zunächst einmal ein Beleg dafür, dass der Ursachebegriff in der Physik eine immer geringere Rolle spiele und durch den Begriff der funktionalen Abhängigkeit ersetzt werde. In komplexen Systemen hängen Größen wechselseitig voneinander ab, und es hat wenig Sinn den Wert einer Größe als die Ursache des Wertes anderer Größen zu charakterisieren – so Mach und Russell. Im Verlaufe des 20. Jahrhunderts hat sich dann aber durchgesetzt, den Begriff der Ursache auch auf solche Fälle funktionaler Abhängigkeit anzuwenden. Eine umfassende Theorie mit dem Ziel zu erläutern, welche Sachverhalte in der Welt durch unsere kausale Terminologie herausgegriffen werden, muss einerseits den Kontingenzen der Begriffsentwicklung Rechnung tragen, andererseits aber auch erklären können, weshalb in bestimmten Kontexten (z. B. solchen, die durch kausale Strukturgleichungen beschrieben werden), Kausalbeziehungen, die sich als Störungen auffassen lassen, und solche, die Zustände von Systemen zu verschiedenen Zeitpunkten miteinander verknüpfen, in gleicher Weise behandelt werden können.

Mein Versuch, den Ort kausaler Beziehungen in einer von der Physik, Biologie etc. vollständig beschriebenen Welt zu lokalisieren, beginnt mit der Analyse eines inegalitären Begriffs von Ursache, der es dann auch erlaubt, einen egalitären Begriff von Ursache zu bilden. In einem weiteren Schritt ist dann zu zeigen, wie die Verwendungsweise des Begriffs Ursache, die auf abgeschlossene Systeme angewandt wird, mit dem Begriff von Ursache als Störung zusammenhängt. So gelangen wir zwar zu einem kausalen Pluralismus, allerdings zu einem solchen, der die Zusammen-

hänge der kausalen Begriffe untereinander durch den Bezug auf eine „Zentralbedeutung“ verständlich macht.

Im Rahmen dieser Replik auf Sebastian Schmoranzer werde ich mich fast ausschließlich mit dieser zentralen Bedeutung von Kausalität als Störung beschäftigen. Deshalb werde ich ein Problem, das Schmoranzer diskutiert, nämlich eine Theorie dessen, was kausale Relevanz bedeutet, hier nicht umfassend behandeln können.

2. Ursachen als Störfaktoren

Die Analyse dessen, was ich für den zentralen Begriff der Ursache halte, umfasst zwei Schritte. Der erste Schritt ist nicht-reduktiv. In ihm werden Kausalbeziehungen durch andere offensichtlich kausal aufgeladene Begriffe, die noch nicht auf physikalische, biologische etc. Sachverhalte reduziert sind, analysiert. Dieser erste Analyseschritt soll erstens zeigen, was verschiedene Kausalbeziehungen gemeinsam haben, zweitens verständlich machen, weshalb es für verschiedene Zwecke nützlich ist, kausale Terminologie zu verwenden, und drittens unsere kausalen Intuitionen verständlich machen. Der zweite Schritt ist reduktiv, insofern er darauf abzielt, eine Einbettung der kausalen Sachverhalte in eine von den Naturwissenschaften charakterisierte Welt zu geben.

2.1 Analyseschritt 1

Wenn wir fragen, was die Ursache dafür ist, dass eine Billardkugel ihre Bahn verändert hat, so fragen wir nach dem Faktor, der das Verhalten, zu dem die Billardkugel disponiert war, d. h. der das Inertialverhalten der Kugel gestört hat. Allgemeiner:

Ursache ist ein Störfaktor für das Inertialverhalten/den Inertialprozess des Systems.

Wenn Susanne mittels eines Steinwurfs ein Fenster einwirft, dann ist das gestörte System die Glasscheibe, das dazu disponiert war, im Rahmen zu verbleiben. Dieser quasi-inertiale Prozess wurde durch den Aufprall des Steins gestört.

Dieser erste Teil der Analyse mag trivial erscheinen, es sei aber auf zwei

wichtige Implikationen hingewiesen: Erstens verdankt sich Kausalität nicht einer Regularität zwischen Ursacheereignissen und Wirkungsergebnissen. Naturgesetze kommen hier als Gesetze, die beschreiben, wozu ein System disponiert ist, ins Spiel – nicht als Gesetze, die beschreiben, wie sich ein System *de facto* regelmäßig verhält. Zweitens wird Kausalität nicht mit kontrafaktischer Abhängigkeit (oder der Vorgängerbeziehung von kontrafaktischer Abhängigkeit) identifiziert.

Darüber hinaus ist das Ergebnis des ersten Analyseschritts zentral um unsere Verwendungsweisen kausaler Terminologie und unsere kausalen Intuitionen z. B. im Zusammenhang mit Transitivität und vorweggenommenen Ursachen verständlich zu machen.

2.2 Analyseschritt 2

Der zweite Schritt zeigt, wie die im ersten Schritt identifizierten Sachverhalte in eine durch die Physik, die Biologie etc. beschriebene Welt integriert sind. Ziel dieser Reduktion ist es plausibel zu machen, dass sich *jeweils im Einzelfall* sowohl das Inertialverhalten eines Systems als auch die Störung naturwissenschaftlich, z. B. als physikalische oder biologische Sachverhalte beschreiben lassen. Im Falle der abgelenkten Billardkugel ist die Sache einfach. Der Inertialprozess/das Inertialverhalten der Kugel wird durch Newtons erstes Gesetz beschrieben: „Jeder Körper verharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmig-geradlinigen Bewegung, sofern er nicht durch eingedrückte Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.“ Nun wurde er aber zu einer Änderung seines Zustands gezwungen (Ablenkung). Im Falle der Billardkugeln wird man sich zur Charakterisierung der Störung auf den Impulserhaltungssatz stützen können. Im allgemeinen Fall beschreibt das zweite Newtonsche Gesetz solche Störungen des Inertialverhaltens (quantitativ). Die Störung des Inertialverhaltens kann vollständig (und sogar quantitativ) durch die Gesetze der klassischen Physik analysiert werden. Damit ist das Reduktionsziel im Falle der abgelenkten Billardkugel erreicht (vgl. dazu auch (Hüttemann 2004, Kap. 7) und – besser – (Maudlin 2004, 431)).

Natürlich kann man nun fragen, ob eine Aufteilung von Prozessen in Inertialprozessen einerseits und solche, die gestört sind, schon bestimmte Annahmen über Kausalität macht. Warum sollten wir Newton (und Descartes) folgen und die geradlinig gleichförmige Bewegung als inertial auszeichnen und nicht etwa eine kreisförmige wie bei Galilei?

Das hier anvisierte Reduktionsprojekt muss gar nicht bestreiten, dass kausale Überlegungen bei dieser Wahl eine Rolle gespielt haben mögen. Es geht allein darum, zu zeigen, dass die Ursache-Wirkungs-Beziehung nicht durch irgendwelche Sachverhalte konstituiert wird, die *zusätzlich* zu den von der Physik etc. beschriebenen Sachverhalten angenommen werden müssen.

Die Hauptthese ist nun, dass „Ursache“ im Sinne der Zentralbedeutung genau dann vorliegt, wenn es einen physikalisch, biologisch etc. ausbuchstabierbaren quasi-inertialen Prozess und eine physikalisch, biologisch etc. ausbuchstabierbare Störung gibt. Um diese These zu plausibilisieren, will ich anhand von Beispielen etwas mehr zu quasi-inertialen Prozessen sagen.

Ein erstes Beispiel für Inertialgesetze hatte ich schon genannt: Newtons erstes Gesetz:

Jeder Körper verharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmig-geradlinigen Bewegung, sofern er nicht durch eingedrückte Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird. (Newton 1988: 33)

Das Gesetz beschreibt, dass eine Klasse von Systemen („Jeder Körper“) dazu disponiert ist, ein bestimmtes Verhalten zu zeigen („verharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmig-geradlinigen Bewegung“) unter der Voraussetzung, dass es keine Störfaktoren gibt („sofern er nicht durch eingedrückte Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird“).

Der Begriff der Inertialbewegung ist in der Physik definiert als Bewegung eines freien Masseteilchens, d. h. als Bewegung eines als Teilchen beschriebenen Systems, auf das keine externen Kräfte einwirken. Ich spreche im Folgenden von *quasi*-inertialen Verhalten und *quasi*-inertialen Prozessen, weil es nicht mehr nur um Masseteilchen und nicht mehr nur um Ortsbewegung geht.

Beispiel 2: Galileis Fallgesetz beschreibt einen quasi-inertialen Prozess. Ein frei fallender Gegenstand im Vakuum verhält sich gemäß der Gleichung $s = \frac{1}{2} g t^2$, wobei s die zurückgelegte Strecke, t die Zeit und g eine Konstante ist. Das gilt, solange der Gegenstand frei ist, d. h. solange es keine Störfaktoren gibt.

Beispiel 3: Die Lotka-Volterra Gleichungen beschreiben die zeitliche Entwicklung von Systemen, die aus Räuber- und Beutepopulationen bestehen: Die relevanten Gleichungen für die Populationen lauten: (1) $\frac{dx}{dt} = x(a - by)$ und (2) $\frac{dy}{dt} = -y(c - gx)$, wobei x die Anzahl der Beute-

tiere repräsentiert und y für die Zahl der Räuber steht; a , b , c , und g sind Konstanten. Die Gleichungen beschreiben insofern ein quasi-inertiales Verhalten, als sie angeben, zu welchem Verhalten das System disponiert ist, wenn es keine Störfaktoren, wie z. B. Unwetterkatastrophen oder zusätzliche andere Räuber gibt. Dieses Beispiel illustriert, dass quasi-inertiale Prozesse intern komplex sein können, derart, dass eine genauere Analyse wiederum auf kausale Teilprozesse führt.

Beispiel 4: Nach dem Gesetz von Angebot und Nachfrage steigen die Preise eines Gutes, wenn das Angebot konstant bleibt, aber die Nachfrage steigt. Die Behauptung lautet, dass es Ökonomien gibt, die dazu disponiert sind, sich so zu verhalten, vorausgesetzt es gibt keine Störungen des Verhaltens, z. B. durch staatliche Eingriffe oder Naturkatastrophen. Dieses Beispiel zeigt auch, dass das „etc.“ in der Formulierung „Physik, Biologie, etc.“ Inertialprozesse ganz unterschiedlicher Art zulässt. Wesentlich für die Zuschreibung von Inertialprozessen ist, dass wir gute Gründe für die Zuschreibung haben (siehe dazu das Folgende).

Für die weitere Argumentation sind die folgenden beiden Merkmale von Inertialprozessen wesentlich:

1.) Das Inertialverhalten ist relativ zur Individuierung eines Systems. So können wir einen fallenden Stein im Vakuum als einen Inertialprozess auffassen – ein etwaiges Medium wie Luft oder Wasser, wäre in diesem Fall ein Störfaktor. Alternativ können wir auch den fallenden Stein im Wasser oder in der Luft als Inertialprozess auffassen (dann wäre das Medium keine Störung, sondern Teil des betrachteten Systems). Wenn wir es mit einer bestimmten Insel im Pazifik zu tun haben, kann sie als ein ökologisches System oder als ein ökonomisches System betrachtet werden. Sie kann als ein selbstständiges System oder als Teil, das in ein größeres System integriert ist, betrachtet werden. Jedes dieser Systeme wird ein anderes Inertialverhalten haben. Die Wahl des Systems hängt von unseren (z. B. explanatorischen) Interessen ab.

2.) Ob ein System zu einem bestimmten Verhalten disponiert ist, ist aber nicht interessenrelativ, sondern objektiv in dem Sinne, dass es dafür die üblichen wissenschaftlichen Belege gibt oder geben kann. Das Inertialverhalten frei fallender massiver Gegenstände im Vakuum lässt sich durch die Gleichung $s = \frac{1}{2} gt^2$ beschreiben. Es ist falsch dass das (quasi-)inertiale Verhalten durch die Gleichung $s = \frac{1}{2} gt^4$ beschrieben werden kann. Ebenso ist es wahr (und es gibt dafür die in der Biologie üblichen Belege), dass sich die zeitliche Entwicklung von Systemen, die aus Räuber- und Beutepopulationen bestehen durch die Lotka-Volterra Gleichungen beschreiben lassen

(1) $dx/dt = x(a - by)$ und (2) $dy/dt = -y(c - gx)$. Diese beschreiben das (quasi-)inertiale Verhalten solcher Systeme, während die Gleichungen (1*) $dx/dt = x^2(a - by)$ und (2*) $dy/dt = -y^2(c - gx)$ dies nicht tun.

Wesentlich ist, dass trotz der Abhängigkeit der Systemwahl von pragmatischen Gesichtspunkten einem einmal gewählten System genau ein (quasi-)inertiales Verhalten zukommt.

Was für Inertialprozesse gilt, gilt auch für Störungen. Im Einzelfall lässt sich eine Störung als ein vollständig durch Physik, Biologie etc. charakterisierbarer Sachverhalt verstehen. Im Falle der Physik haben wir Gesetze, die die Wechselwirkungen und den Austausch von Erhaltungsgrößen wie Energie oder Impuls beschreiben. Wir haben, was Tim Maudlin „laws of deviation“ nennt (Maudlin 2004, 43f). In anderen Disziplinen gibt es vielleicht keine allgemeinen Ablenkungsgesetze, sehr wohl aber ein Wissen um mögliche Störungen und deren Einfluss auf bestimmte Prozesse, so lassen sich in der Molekularbiologie Aussagen darüber machen, wie bestimmte Prozesse in der Entwicklung von Zellen durch eine Änderung der Gradienten bestimmter Chemikalien verändert werden. Die Ökonomie macht Aussagen dazu, wie die Entwicklung ökonomischer Systeme durch staatliche Eingriffe gestört wird.

2.3 Egalitäre Ursachen

Die Störungstheorie nimmt an, dass es in der zentralen Verwendungsweise des Ausdrucks „Ursache“ um *die* Ursache geht. Gleichwohl wollen wir manchmal die Redeweise von mehreren Ursachen zulassen.

Wie lässt sich die hier skizzierte inegalitäre Konzeption auf solche Fälle ausweiten? Der wesentliche Punkt ist einer, der soeben hervorgehoben wurde: Es können unterschiedliche Systeme und damit unterschiedliche Inertialprozesse individuiert werden. Wir können z. B. eine Zigarettenkippe als Ursache eines bestimmten Waldbrands auffassen, aber auch die Trockenheit im Juni. Im ersten Fall integrieren wir die Trockenheit ins System, dessen Inertialverhalten dann von der Zigarettenkippe gestört wird. Im zweiten Fall ist das regelmäßige Fallenlassen von Zigaretten ins System bzw. ins Inertialverhalten integriert (die Kippen werden durch die Feuchtigkeit des Waldbodens gelöscht). Das Inertialverhalten wird durch die Trockenheit im Juni gestört. Wenn beide Beschreibungen korrekt sind, dann sind beide Störungen Ursachen des Waldbrandes. Allgemeiner: Wenn wir ein Ereignis haben, das als zeitliche Folge der Störung

unterschiedlicher Inertialprozesse verstanden werden kann, dann kann man auch im Sinne der Störungstheorie von mehreren Ursachen eines Ereignisses reden und damit einen egalitären Ursachenbegriff („eine Ursache“) gewinnen.

3. Transitivität

Susanne wirft einen Stein in ein Fenster. Der Aufprall des Steins auf das Fenster ist die (oder eine) Ursache des Zerberstens des Fensters. Aber auch den vorausgegangenen Steinwurf Susannes würden wir als Ursache des Zerberstens des Fensters bezeichnen wollen. Diese Einschätzung legt es nahe, Kausalität als eine transitive Relation aufzufassen, so dass, wenn a b verursacht, und b c verursacht, dann auch a eine Ursache von c ist (so z. B. bei David Lewis 1986, 167). Nun gibt es aber einige vieldiskutierte Fälle, die gegen die Transitivität von Kausalität sprechen. Ein solcher Fall ist der sich bückende Wanderer, der auch von Schmoranzer (SVII) diskutiert wird: Ein Stein rollt einen Abhang hinab. Ein Wanderer sieht den Stein und bückt sich, um dem Stein zu entgehen. Dass der Wanderer sich gebückt hat ist die/eine Ursache dafür, dass er überlebt hat. Das Rollen des Steines wiederum ist die/eine Ursache für das Bücken. Wenn nun das Rollen des Steines die Ursache für das Bücken und das Bücken die Ursache für das Überleben ist, dann müsste – Transitivität unterstellt – auch das Rollen des Steines eine Ursache für das Überleben des Wanderers sein. Das aber ist unplausibel.

Schmoranzer hat zurecht moniert, dass ich in (2013, 192) den Fall durch den inegalitären Ursachebegriff analysiert habe, um den es in dem besprochenen Fall aber gar nicht geht. Die entscheidende Frage lautet, ob der rollende Stein *eine* Ursache des Überlebens ist. Allgemein geht es bei der Frage, ob die Kausalrelation transitiv ist, um den egalitären Ursachebegriff: Wenn a *eine* Ursache von b ist und b *eine* Ursache von c, ist dann auch a *eine* Ursache von c? Der Lösungsvorschlag, den ich in (2013) vorgestellt habe, lässt sich aber gleichwohl verwenden, um zu erklären, weshalb wir in manchen Fällen schließen, dass wenn a b verursacht, und b c verursacht, dann auch a eine Ursache von c ist, in anderen Fällen dagegen diesen Schluss zurückweisen.

Nach der obigen Analyse verursacht a b, wenn a ein Störfaktor ist, der ein System, das sich auf irgendeinen Zustand b* (nicht-b) hin entwickelt hätte, derart stört, dass stattdessen b auftritt. Ganz entsprechend für b

und c. Damit nun a auch eine Ursache von c ist, muss es ein System geben, das sich auf irgendeinen Zustand c^* (nicht-c) hin entwickelt hätte, dessen Inertialverhalten aber von a so gestört wird, dass c auftritt.

Ein Beispiel: Angenommen wir betrachten den Stoß des Queues gegen die Billardkugel A (Ereignis a) als eine Ursache des Rollens der Billardkugel A (Ereignis b). Dieses Rollen wiederum betrachten wir als Ursache des Aufpralls von Billardkugel A auf Billardkugel (B) und der sich daran anschließenden Bewegungsveränderung von B (Ereignis c). In dem vorliegenden Fall würden wir nicht nur a als Ursache von b und b als Ursache von c klassifizieren wollen, sondern auch a (den Stoß des Queues gegen die Billardkugel A) als Ursache von c (den Aufprall von Kugel A auf Kugel B und der sich daran anschließenden Bewegungsveränderung von B). In dem betrachteten Fall lässt sich ein Inertialprozess beschreiben, der – ungestört – das nicht-Ablenken der Kugel B zur Folge hätte (Zustand c^* (nicht-c)): wenn nämlich Kugel A geruht hätte und Kugel B in seinem bisherigen Zustand verharrt hätte. Dieses Inertialverhalten des Systems, das aus den Kugeln A und B besteht, wurde durch den Stoß des Queues derart gestört, dass (u. a.) A auf B aufprallte (und sich die daran anschließende Bewegungsveränderung von B ergab).

Ein solches System mit einem entsprechenden Inertialverhalten, das sich auf einen Zustand c^* (nicht-c) hin entwickelt hätte, dessen Inertialverhalten dann aber von a so gestört wird, so dass c auftritt, lässt sich aber nicht immer konstruieren – und zwar in den Fällen nicht, in denen wir den Schluss auf die transitive Ursache für problematisch halten:

Die Wirkung, um die es geht, ist das Überleben des Wanderers (Ereignis c). Die Frage ist, ob a (in diesem Falle der rollende Stein) eine Ursache von c ist. Dazu müsste ein Inertialprozess, der auf c^* (nicht-c) führt, durch a so gestört werden, dass c auftritt. Ein Inertialprozess, der auf c^* (also den Tod des Wanderers) führt, schließt den auf den aufrecht gehenden Wanderer zurollenden Stein ein. Der rollende Stein kommt hier aber nicht außerdem noch als Störfaktor dieses Prozesses in Frage. Ansonsten wäre er sowohl Teil des Inertialprozesses, der gestört wird, als auch der Störfaktor dieses Prozesses. Ein Inertialprozess, der zum Tod des Wanderers geführt hätte und durch den rollenden Stein gestört wird, lässt sich also nicht konstruieren. Also ist der rollende Stein keine Ursache des Überlebens des Wanderers.

Die Störungstheorie erlaubt uns zu verstehen, in welchen Fällen wir auf eine transitive Ursache schließen dürfen, nämlich dann, wenn sich ein entsprechender Inertialprozess konstruieren lässt.

4. Vorwegnehmende Ursachen

Der Standardfall einer vorwegnehmenden (frustrierten, ausgeschalteten) Ursache ist der folgende auch bei Schmoranzer diskutierte (vgl. Schmoranzer §§ VII und VIII): Susi und Willy werfen je einen Stein auf ein Fenster. Susis Stein ist schneller, trifft die Scheibe, welche dann zerbricht. Willys Stein trifft nichts (mehr an). Der gestörte Inertialprozess ist die im Fensterrahmen verbleibende Glasscheibe. Dieser wird durch den Aufprall von Susis Stein gestört. Es gibt – in dem einfachen hier beschriebenen Fall – keinen die Glasscheibe involvierenden Inertialprozess, der durch Willys Stein derart gestört wurde, dass es zu einem Glasschaden kam. Der Aufprall von Susis Stein ist die (eine) vorwegnehmende Ursache, Willys Stein die (eine) frustrierte oder ausgeschaltete Ursache. Bis hierher stimmen Schmoranzer und ich überein. Nun gilt es noch zu erklären weshalb, nicht nur der *Aufprall* von Susis Stein, sondern auch ihr *Wurf* eine Ursache der zerbrochenen Fensterscheibe ist, während Willys Wurf keine Ursache ist (vgl. dazu Schmoranzer § VII). Hier können wir auf unsere Überlegungen zur Transitivität zurückgreifen. Wenn a (Susi Wurf) b (den Aufprall des Steins auf die Glasscheibe) verursacht und der Aufprall (b) das Zerbrechen der Fensterscheibe (c), dann ist a auch eine Ursache von c, wenn sich ein Inertialprozess konstruieren lässt, derart, dass dieser auf c* (Scheibe bleibt ganz) zuliefe und durch a so gestört wird, dass c eintritt. Der fragliche Inertialprozess besteht darin, dass der Stein an seinem ursprünglichen Ort liegen bleibt und die Glasscheibe im Rahmen. Dieser Inertialprozess wird durch den Steinwurf so gestört, dass die Scheibe zerbricht.

Zwar gibt es in Willys Fall einen ganz analogen Inertialprozess der auf c* führt (Willys Stein bleibt an seinem ursprünglichen Ort und die Glasscheibe im Rahmen), es ist aber falsch, dass dieser Inertialprozess durch Willys Wurf so gestört wird, dass durch den Wurf c eintritt. Weder stellt Willys Wurf eine Störung des Inertialverhaltens des Steins dar, die den Aufprall von Willys Stein auf das Fenster zur Folge hat, noch stört der Aufprall von Willys Stein die Glasscheibe im Rahmen.

Warum ist nun aber der Aufprall von Susis Stein die Störung des Inertialprozesses (Glasscheibe bleibt im Rahmen)? Um diese Frage zu beantworten muss nun der zweite reduktive Schritt der Analyse herangezogen werden. In dem hier betrachteten Fall kann eine solche Reduktion auf naturwissenschaftlich beschreibbare Sachverhalte durch eine physikalische Beschreibung der Situation durchgeführt werden. Der Aufprall von Susis

Stein wird dann als ein Austausch von Erhaltungsgrößen wie Energie und Impuls beschrieben, der das Zerbersten des Fensters zur Folge hat. (Vielleicht ist hier auch noch eine eingehende Analyse erforderlich, z. B. darüber, wie die Verteilung von Energie und Impuls sich auf die molekulare Struktur der Fensterscheibe auswirkt). Die Antwort auf die Frage, warum der Aufprall von Susis Stein die Störung des Inertialprozesses war, lautet also, dass es der mit dem Aufprall von Susis Stein einhergehende Austausch von Erhaltungsgrößen war, der zum Zerbersten des Fensters geführt hat. Dagegen gab es (in dem hier betrachteten Modell) nichts an dem Verhalten von Willys Stein, das zu einer Wechselwirkung mit der Fensterscheibe führte und das Zerbersten derselben zur Folge hätte haben können.

Ein etwas anderer Fall, der im Grunde mit dem Problem der vorwegnehmenden Ursache nichts zu tun hat, wird durch die Frage aufgeworfen, weshalb Susis Stein die/eine Störung des Inertialprozesses ist, nicht aber ein gleichzeitig auftreffender Wassertropfen (Schmoranzner, § VII) (Möglicherweise haben einige Bemerkungen zur Rolle kontrafaktischer Konditionale in (Hüttemann 2013, 193) irreführend nahegelegt, dass beide Fragestellungen voneinander abhängen). Eine Prozesstheorie, wie die von Salmon oder Dowe, hat mit diesem Fall Schwierigkeiten. Ein Problem dieser Prozesstheorien ist es, dass sie in Bezug auf das, was ich „Störung“ genannt habe, gewissermaßen eine Typ-Identitätstheorie vertreten: Genau dann, wenn eine Übertragung von Erhaltungsgrößen vorliegt, haben wir es mit einer Störung (kausale Wechselwirkung) zu tun. Demnach wäre sowohl der Aufprall des Wassertropfens als auch der des Steins als eine Störung und mithin als Ursache des Glasschadens zu betrachten. Das entspricht nicht dem gewöhnlichen Verständnis von Kausalität. Nach der hier vorgeschlagenen Störungstheorie ist dagegen *im Einzelfall* auszubuchstabieren, was eine Störung ist. Dazu ist zunächst einmal zu klären, für welches Phänomen eine/die Ursache gesucht wird. So könnte man sich z. B. dafür interessieren, weshalb die Glasscherben nass sind. Dann wäre der Inertialprozess der aufprallende Stein mitsamt des sich ergebenden Glasschadens, der durch den aufprallenden Wassertropfen gestört wird. Hier aber geht es um eine kausale Erklärung des Glasschadens. Warum ist der Aufprall des Steins, nicht aber der des Wassertropfens im Blick auf dieses zu erklärende Phänomen der Störfaktor? Auch hier gilt es wieder den zweiten, reduktiven Teil der Analyse zu betrachten. Und auch hier kann die fragliche Situation wieder physikalisch beschrieben werden. Eine genaue Analyse zeigt nun, dass das Zerbersten einer Glasscheibe des

fraglichen Typs nur dann eintritt, wenn eine bestimmte Schwelle bzgl. der Energie- und Impulsübertragung überschritten wird. Diese Schwelle wird durch den Aufprall des Steins, nicht aber durch den Aufprall des Wassertropfens überschritten. Deshalb ist der Aufprall des Steins die Störung des fraglichen Inertialprozesses, die zum Glasschaden führt.

Die Gesetze, dank derer der Stein, aber nicht der Wassertropfen eine Störung des fraglichen Inertialprozesses ist, erlauben auch die Bildung von kontrafaktischen Konditionalen: Wenn die Impulsübertragung des Wassertropfens höher ausgefallen wäre, etc. Insbesondere erlauben sie – unter Zuhilfenahme von Annahmen über den tatsächlichen Verlauf der Welt – auch folgende kontrafaktische Konditionale zu formulieren: Wenn der Wassertropfen nicht aufgeprallt wäre, dann wäre die Scheibe trotzdem zerborsten. Wenn der Stein nicht aufgeprallt wäre, dann wäre die Scheibe nicht zerborsten. Diese kontrafaktischen Konditionale mögen wahr sein, das bedeutet aber noch lange nicht, dass sie *konstitutiv* dafür sind, was eine Störung oder Ursache ist. Sie zeigen vielmehr die zugrundeliegenden naturgesetzlichen Zusammenhänge bloß an. Sie sind *indikativ* nicht *konstitutiv*. Kontrafaktische Konditionale sind in vielen Fällen verlässliche Symptome für Kausalbeziehungen, konstitutiv für diese ist aber – wenn die Störungstheorie Recht hat –, dass quasi-inertiale Prozesse gestört wurden.

Literatur

- Baumgarten, Alexander Gottlieb 1783: *Metaphysik*, übersetzt von G. F. Meier, Halle; zitiert nach: Reprint Jena 2004: Dietrich Scheglmann Reprints.
- Cartwright, Nancy 2007: *Hunting Causes and Using Them*, Cambridge.
- Dieks, Dennis 1981: *Studies in the Foundations of Physics*, PhD-thesis, Utrecht.
- Godfrey-Smith, Peter 2009: Causal Pluralism, in: Helen Beebe/Christopher Hitchcock/Peter Menzies (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Causation*, Oxford, 326–337.
- Hall, Ned 2004: Two Concepts of Causation, in: John Collins/Ned Hall/Laurie Paul (Hrsg.), *Causation and Counterfactuals*, Cambridge MA, 225–276.
- Hart, H. L./Honoré, A. M. 1959: *Causation in the Law*, 2. Auflage, Oxford.
- Hüttemann, Andreas 2004: *What's wrong with Microphysicalism?* London.
- 2013: *Ursachen*, Berlin.
- Krüger, Lorenz 1992: Kausalität und Freiheit, in: *Neue Hefte für Philosophie*, 32/33, 1–14.
- Lewis, David 1986: Causation, in: ders. Hrsg.): *Philosophical Papers* Vol II., Oxford, 159–172 (ursprünglich 1973).

- Mach, Ernst 1883: *Die Mechanik in ihrer Entwicklung. Historisch-kritisch dargestellt*, Nachdruck der 9. Auflage 1933, Darmstadt 1982.
- 1896: *Die Principien der Wärmelehre*, Leipzig.
 - 1905: *Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung*, Nachdruck der 5. Auflage 1926, Darmstadt 1980.
- Mackie, John L. 1980: *The Cement of the Universe*, Oxford.
- Maudlin, Tim 2004: Causation, Counterfactuals and the Third Factor, in: John Collins/Ned Hall/Laurie Paul (Hrsg.), *Causation and Counterfactuals*, Cambridge, MA, 419–443.
- Mill, John Stuart 1891: *A System of Logic. Ratiocinative and Inductive*, London.
- Newton, Isaac 1687: *Philosophiae naturalis Principia mathematica. Mathematische Grundlagen der Naturphilosophie*, übersetzt und herausgegeben von Ed Dellian, Hamburg 1988.
- Russell, Bertrand 1912/13: On the Notion of Cause, in: *Proceedings of the Aristotelian Society* 1912/13, 1–26.
- Scheibe, Erhard 2006: *Die Philosophie der Physiker*, München.
- Schmoranzner, Sebastian 2015: Ursachen als Störfaktoren – Probleme der Störungstheorie der Kausalität, in: *Zeitschrift für philosophische Forschung* 69, 159–180.