

Kausalität

Michael Esfeld

Universität Lausanne, Sektion Philosophie

CH-1015 Lausanne, Schweiz

Michael-Andreas.Esfeld@unil.ch

(erschienen in Andreas Bartels & Manfred Stöckler (Hgg.): *Wissenschaftstheorie. Ein Studienbuch*, Paderborn: Mentis 2007, S. 89–107)

1. Einleitung

Bertrand Russell (1872–1970) hat in einem berühmten Aufsatz von 1912 behauptet, dass das Konzept der Kausalität der Vergangenheit angehört. In den fundamentalen Theorien der Physik des zwanzigsten Jahrhunderts ist seines Erachtens von Kausalität keine Rede mehr. Russell will damit nicht sagen, dass die gängigen Kausalaussagen falsch sind – Aussagen wie zum Beispiel „Der Hurrikan ist die Ursache dessen, dass die Stadt überflutet wurde“, „Die brennende Zigarette hat einen Waldbrand bewirkt“, „Gene üben einen kausalen Einfluss auf das Verhalten von Lebewesen aus“, „Die Aspirin-Tablette bewirkt, dass die Kopfschmerzen verschwinden“, „Peters Meinung, dass es regnen wird, ist die Ursache dafür, dass er mit einem Regenschirm aus dem Haus geht“ usw. Russell behauptet, dass dann, wenn wir bis auf die Ebene der fundamentalen physikalischen Theorien hinuntergehen, Folgendes gilt: Kausalaussagen wie die genannten sind letztlich wahr aufgrund von etwas, das selbst keine Ursache-Wirkungs-Beziehung ist. Seit Russell und bis heute dreht sich die Debatte um folgende Frage: Ist Kausalität ein fundamentaler Zug der Welt? Oder ist es etwas, das von anderen, fundamentaleren Merkmalen der Welt abgeleitet ist? Letzteres wird in reduktionistischen Theorien der Kausalität behauptet.

Aufbau Der folgende Überblick über die wichtigsten gegenwärtig vertretenen Kausalitätstheorien orientiert sich an der genannten Frage: wir beginnen mit reduktionistischen Theorien und schreiten von dort zu Positionen fort, die Kausalität als dasjenige ansehen, was die Welt zusammenhält (Teil 2). Danach fragen wir nach Argumenten für diese Positionen und gehen dabei auch Russells Behauptung nach, dass die fundamentalen Theorien der Physik des zwanzigsten Jahrhunderts uns auf eine reduktionistische Konzeption der Kausalität festlegen (Teil 3). Schließlich behandeln wir das Verhältnis zwischen den verschiedenen Kausalbeziehungen – physikalische Kausalität bzw. die physikalische Grundlage für Kausalität, biologische Kausalität („Gene bewirken phänotypische Merkmale“), mentale Kausalität („Absichten bewirken Verhalten“) usw. (Teil 4).

2. Kausalität: reduzierbar oder grundlegend?

2.1 Regularitätstheorien und kontrafaktische Theorien

Humesche Metaphysik 90 Russells Kritik am Konzept der Kausalität steht in einer Tradition, die mit David Hume (1711–1776) beginnt. Hume zufolge denken wir an eine notwendige Verbindung, wenn wir meinen, dass zwei konkrete Ereignisse im Verhältnis von Ursache und Wirkung stehen: das Ereignis, welches die Wirkung ist, existiert, *weil* das Ereignis, welches die Ursache ist, existiert. Unter einem Ereignis kann man dabei das Vorkommen einer Eigenschaft an einer bestimmten Stelle in Raum und Zeit verstehen. Mit

anderen Worten: das Ereignis, welches die Ursache ist, bringt das Ereignis, welches die Wirkung ist, hervor. Es ist der Grund von dessen Existenz. Eine solche notwendige Verbindung im Sinne des Hervorbringens eines Ereignisses durch ein anderes Ereignis können wir jedoch nach Hume nicht beobachten. Alles, was wir beobachten, ist die zeitliche Aufeinanderfolge räumlich benachbarter Ereignisse. Zum Beispiel bewegt sich eine Billardkugel auf eine andere Billardkugel zu, stößt mit dieser zusammen, die zweite Billardkugel beginnt, sich zu bewegen, die erste Billardkugel kommt zum Stillstand. Mehr als solche Beobachtungen haben wir nicht zur Verfügung, um eine Theorie der Kausalität zu entwickeln (siehe *A treatise of human nature* (1739), Buch I, Teil III, und *Enquiries concerning human understanding and concerning the principles of morals* (1748), Abschnitt VII).

Was man heute unter Humescher Metaphysik versteht, ist die Position, welche auf der Behauptung basiert, dass es keine notwendigen kausalen Verbindungen in der Welt gibt. Auf eine solche Position läuft auch die Kritik von Russell am klassischen Konzept der Kausalität hinaus. Der bekannteste zeitgenössische Vertreter dieser Position ist David Lewis (1941–2001). Er hat eine Sicht der Welt entwickelt, die er in der These Humescher Supervenienz zusammenfasst. Alles, was es in der Welt gibt, sind (a) geometrische Relationen zwischen Raumzeit-Punkten und (b) fundamentale physikalische Eigenschaften, die an den Raumzeit-Punkten vorkommen (also fundamentale physikalische Ereignisse). Alles weitere, was es in der Welt gibt, ist durch die Verteilung der fundamentalen physikalischen Eigenschaften an den Raumzeit-Punkten festgelegt. Das ist der Supervenienz-Aspekt von Lewis' These (siehe Lewis 1986a, Einleitung, und 1994, Abschnitt 1).

Die fundamentalen physikalischen Eigenschaften an den Raumzeit-Punkten sind intrinsische Eigenschaften. Das heisst, keine dieser Eigenschaften besteht in Beziehungen zu anderen Eigenschaften. Beispielsweise ist die Eigenschaft von Peter, 90 kg schwer zu sein, ein Kandidat für eine intrinsische Eigenschaft. Die Eigenschaft hingegen, schwerer als Paul zu sein, ist eine relationale Eigenschaft, bestehend in einer Relation zwischen Peter und Paul. Die Relation „ x ist schwerer als y “ ist eine superveniente Relation: sie ist durch die Massen festgelegt, welche die Relationsglieder x und y (Peter und Paul) unabhängig voneinander haben. 91 Die einzigen nicht-supervenienten Relationen sind nach Lewis die geometrischen Relationen zwischen den Raumzeit-Punkten.

kategoriale Eigenschaften Die fundamentalen physikalischen Eigenschaften an den Raumzeit-Punkten sind ferner kategoriale Eigenschaften. Das sind Eigenschaften, deren Definition nicht auf das Bezug nimmt, was diese Eigenschaften tun können. Demgegenüber stehen dispositionale Eigenschaften. Das sind Eigenschaften, die durch das definiert sind, was sie tun, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Beispielsweise ist die Eigenschaft des Zuckers, wasserlöslich zu sein, eine Disposition: sie ist dadurch definiert, dass der Zucker etwas tut, nämlich sich aufzulösen, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind (wenn er in Wasser gelegt wird). Hingegen ist die Molekülstruktur des Zuckers ein Kandidat für eine kategoriale Eigenschaft. Nach Lewis sind alle fundamentalen Eigenschaften kategoriale Eigenschaften. Deren Verteilung in der Raumzeit ist der Grund, weshalb dispositionale Aussagen wahr sind – wie die Molekülstruktur des Zuckers der Grund dafür ist, dass die Aussage „Wenn der Zucker in Wasser gelegt werden würde, würde er sich auflösen“ wahr ist. Es gibt aber keine fundamentalen dispositionalen Eigenschaften in der Welt. Somit gibt es auch keine notwendigen Verbindungen zwischen den fundamentalen physikalischen

Eigenschaften an den Raumzeit-Punkten. Keine dieser Eigenschaften schließt eine Disposition – das heißt, eine Kraft oder Macht – ein, andere dieser Eigenschaften hervorzubringen. Das ist der Humesche Aspekt von Lewis' These.

Kontingenz Infolgedessen ist nicht nur die gesamte Verteilung der fundamentalen physikalischen Eigenschaften in der Raumzeit kontingent, sondern vielmehr ist auch jedes einzelne Vorkommen einer fundamentalen physikalischen Eigenschaft an einem Raumzeit-Punkt kontingent. Das heißt, man kann jedes einzelne Eigenschaftsvorkommen an einem Raumzeit-Punkt festhalten und sich alle anderen Eigenschaftsvorkommnisse verändert denken. Denn es gibt keine notwendigen Verbindungen zwischen den einzelnen Eigenschaftsvorkommnissen: keines dieser Eigenschaftsvorkommnisse ist der Grund der Existenz eines anderen dieser Eigenschaftsvorkommnisse, indem es jenes hervorbrächte. Kausalität im Sinne dessen, dass bestimmte Eigenschaftsvorkommnisse existieren, weil sie durch andere Eigenschaftsvorkommnisse hervorgebracht werden, gibt es nicht. Dementsprechend muss Lewis die Verteilung der fundamentalen physikalischen Eigenschaften über die gesamte Raumzeit als primitiv ansehen, das heißt, als etwas, das nicht erklärt werden kann, sondern als gegeben hingenommen werden muss. Dennoch ist die These Humescher Supervenienz eine sparsame Ontologie. Gegeben die geometrischen Relationen zwischen Raumzeit-Punkten und die Verteilung der fundamentalen physikalischen Eigenschaften an den Raumzeit-Punkten über die gesamte Raumzeit superveniert alles andere auf dieser Verteilung und kann folglich im Prinzip durch diese erklärt werden.

Naturgesetze Die Verteilung der physikalischen Eigenschaften in der Raumzeit weist gewisse Muster auf: bestimmte Eigenschaften treten immer – oder fast immer – zusammen auf. Solche Muster sind Regularitäten, die für Lewis die Grundlage der Naturgesetze 92 sind. Naturgesetze sind nach Lewis die besonders relevanten Regularitäten in der Verteilung der physikalischen Eigenschaften in der Raumzeit – genauer gesagt, diejenigen Regularitäten, die als Axiome auftreten in der Beschreibung der Welt, welche die beste Balance zwischen Einfachheit und empirischem Gehalt erreicht (siehe Lewis 1973b, S. 72–75, und 1994, Abschnitt 3).

Kausalität als Regularität Gemäß einer Humeschen Regularitätstheorie der Kausalität sind einige der Regularitäten, welche die Verteilung der physikalischen Eigenschaften in der Welt aufweist, Kausalbeziehungen. Hume selbst gibt drei Kriterien an, die notwendig und hinreichend dafür sind, dass zwischen zwei Ereignissen e_1 und e_2 eine Ursache-Wirkung Beziehung besteht:

1. e_1 liegt zeitlich unmittelbar vor e_2 .
2. e_1 liegt räumlich unmittelbar neben e_2 .
3. Immer wenn ein Ereignis vom selben Typ wie e_1 eintritt, gibt es ein anderes Ereignis vom selben Typ wie e_2 , das zeitlich unmittelbar auf das erste Ereignis folgt und das räumlich unmittelbar mit ihm benachbart ist.

Die Regularität, ausgedrückt in Kriterium (3), ist demnach der Grund dafür, dass raumzeitlich benachbarte Ereignisse in einer Kausalbeziehung stehen. Kurz, Kausalität ist die regelmäßige Aufeinanderfolge raumzeitlich benachbarter Ereignisse.

Meistens ist allerdings nicht nur ein einziges Ereignisses im Sinne eines Eigenschaftsvorkommnisses die Ursache für ein gegebenes Ereignis, sondern mehrere Eigenschaftsvorkommnisse sind zusammen für dieses Ereignis ursächlich. Die heute gängige Weise, dieser Einsicht im Rahmen einer Regularitätstheorie der Kausalität Rechnung zu

tragen, geht auf John Mackie zurück. Mackie definiert eine Ursache als nicht-hinreichenden, aber notwendigen Teil einer nicht notwendigen, aber hinreichenden Bedingung für das Eintreten des betreffenden Ereignisses (INUS – „insufficient, but necessary part of an unnecessary but sufficient condition“).

Betrachten wir folgendes Beispiel von Mackie (1965, S. 245): ein Kurzschluss führt zu einem Brand. Der Kurzschluss alleine ist für dieses Ereignis aber nicht hinreichend. Der Brand tritt nur deshalb ein, weil der Kurzschluss in der Nähe von brennbarem Material erfolgt usw. Der Kurzschluss ist auch nicht notwendig für den Brand: andere Umstände – wie zum Beispiel ein Blitzeinschlag – hätten zu demselben Brand zur selben Zeit führen können. Nichtsdestoweniger ist die Ursachenkette vom Kurzschluss über das brennbare Material usw. eine hinreichende Bedingung für den Brand, und der Kurzschluss ist ein notwendiger Teil dieser bestimmten hinreichenden Bedingung.

Die Ereignisfolgen, die eine Kausalrelation bilden, sind somit komplizierter als die bloße raumzeitliche Aufeinanderfolge zweier Ereignisse, und in keinem Fall ist die bloße raumzeitliche Aufeinanderfolge dafür hinreichend, dass eine Kausalbeziehung vorliegt. Der entscheidende Faktor gemäß einer Regularitätstheorie ist die regelmäßige Abfolge von Ereignisketten des gleichen Typs. *Weil* immer dann, wenn ein Kurzschluss in der Nähe von brennbarem Material erfolgt usw. 93 ein Brand entsteht, *deshalb* besteht zwischen diesen Ereignissen eine Kausalbeziehung. Die Diskussion darüber, wie im Ausgang von dieser Überlegung eine Regularitätstheorie der Kausalität präzisiert werden kann, dauert bis heute an (siehe insbesondere die Arbeiten von Gerd Graßhoff und seinen Mitarbeitern, vor allem Baumgartner & Graßhoff 2004).

kontrafaktische Abhängigkeit David Lewis selbst vertritt nicht eine Regularitätstheorie der Kausalität, sondern eine kontrafaktische Theorie. Zwei Ereignisse e_1 und e_2 sind genau dann voneinander kausal abhängig, wenn Folgendes gilt: wenn e_1 (nicht) eingetreten wäre, dann wäre auch e_2 (nicht) eingetreten (siehe Lewis 1973a und 2004). Diese Theorie basiert auf einer unserer wesentlichen Intuitionen über Kausalität: wenn der Ball die Fensterscheibe getroffen hätte, dann wäre die Fensterscheibe zersprungen; wenn die Triebwerke ausgefallen wären, dann wäre das Flugzeug abgestürzt.

Die Frage ist jedoch, aufgrund wovon die betreffenden kontrafaktischen Aussagen wahr sind. Lewis kann nicht vertreten, dass diese Aussagen wahr sind aufgrund einer notwendigen Verbindung zwischen den betreffenden Ereignissen – in dem Sinne, dass das eine Ereignis das andere hervorbringt. Dann wäre diese Verbindung des Hervorbringens die Kausalrelation in der Welt, und die kontrafaktische Aussage würde nur anzeigen, dass eine solche Verbindung vorliegt. Das Attraktive an einer kontrafaktischen Theorie der Kausalität ebenso wie an einer Regularitätstheorie der Kausalität ist, dass es sich um minimalistische und reduktionistische Theorien handelt: es wird nicht mehr vorausgesetzt als die Verteilung der fundamentalen physikalischen Eigenschaften in der gesamten Raumzeit. Diese Eigenschaften sind kategorial und somit nicht kausal definiert (nicht durch Dispositionen oder Kräfte definiert). Das Projekt ist somit, Kausalität zu reduzieren auf die Verteilung nicht-kausaler Eigenschaften in der Raumzeit. Gemäß Lewis' These der Humeschen Supervenienz supervenieren die Kausalbeziehungen auf der Verteilung der fundamentalen physikalischen, kategorialen und intrinsischen Eigenschaften an den Punkten der Raumzeit.

Diese Eigenschaftsverteilung in der wirklichen Welt ist somit dasjenige, aufgrund dessen die kontrafaktischen Aussagen, welche kausale Abhängigkeit ausdrücken, wahr sind.

Nichtsdestoweniger verwendet Lewis den Kunstgriff, auf andere mögliche Welten Bezug zu nehmen, um kontrafaktische Aussagen auszuwerten, das heißt, um ihren Wahrheitswert in Bezug auf die wirkliche Welt festzustellen. Eine mögliche Welt ist eine vollständige Art und Weise, wie die Dinge sein könnten; vollständig ist diese Art und Weise genau dann, wenn für jede Aussage festgelegt ist, ob sie in Bezug auf die betreffende Welt wahr oder falsch ist. Wenn die Ereignisse e_1 und e_2 kausal miteinander verbunden sind (e_1 verursacht e_2), dann ist Folgendes der Fall: eine mögliche Welt, in der nur e_1 nicht auftritt, e_2 aber trotzdem vorhanden ist, stellt eine größere Abweichung von der wirklichen Welt dar als eine Welt, in der e_1 und e_2 beide zusammen nicht auftreten. Die Ähnlichkeit der verschiedenen möglichen Welten in Bezug auf die wirkliche Welt hängt jedoch nur von der Eigenschaftsverteilung und den Naturgesetzen in der wirklichen Welt ab. Deshalb gilt die These der Humeschen Supervenienz auch für Kausalität: die kontrafaktischen Aussagen in Bezug auf die wirkliche Welt sind wahr im wesentlichen aufgrund der Naturgesetze, die in der wirklichen Welt gelten, und die Naturgesetze supervenieren auf der Verteilung der fundamentalen physikalischen Eigenschaften in der wirklichen Welt. Lewis (1986b) selbst ist zwar modaler Realist: er glaubt, dass die möglichen Welten genauso existieren wie die wirkliche Welt. Seine kontrafaktische Theorie der Kausalität ist jedoch nicht daran gebunden, dass man die Existenz anderer möglicher Welten akzeptiert (siehe Loewer 2007, S. 308–316).

Die kontrafaktische Theorie der Kausalität steht der Regularitätstheorie nahe; sie kann als eine verfeinerte Regularitätstheorie aufgefasst werden: ob zwischen e_1 und e_2 eine Kausalbeziehung besteht, hängt zwar nicht davon ab, dass viele Ereignisse desselben Typs wie e_1 in der Welt auftreten und dass diese Ereignisse immer zusammen mit Ereignissen desselben Typs wie e_2 auftreten; aber es hängt davon ab, welche Naturgesetze in der Welt gelten, und dieses hängt wiederum von der Verteilung der fundamentalen physikalischen Eigenschaften in der gesamten Welt ab.

Probleme Die Regularitätstheorie und die kontrafaktische Theorie der Kausalität sind mit einer Reihe von Problemen konfrontiert. Zwei der wichtigsten Probleme sind diese:

- *Präemption*: Nehmen wir an, dass e_2 durch e_1 verursacht wird, dass es aber noch ein drittes Ereignis e_3 gibt, das ebenfalls hinreichend ist, e_2 zu verursachen und das e_2 verursacht hätte, wenn e_1 nicht eingetreten wäre. Betrachten wir folgendes Beispiel (Schaffer 2000, S. 175): der Hauptmann und der Feldwebel geben gleichzeitig dem Gefreiten den Befehl „Schieß!“, und der Gefreite schießt. Ursache für die Handlung des Gefreiten ist der Befehl des Hauptmannes, denn dieser steht in der militärischen Rangordnung über dem Feldwebel. Wenn der Hauptmann aber nicht den Befehl gegeben hätte, hätte der Gefreite dennoch geschossen; in diesem Falle wäre der Befehl des Feldwebels die Ursache dieses Ereignisses gewesen.
- *Epiphänomene*: Nehmen wir an, dass e_2 durch e_1 verursacht wird, dass es aber noch ein drittes Ereignis e_3 gibt, das ebenfalls durch e_1 verursacht wird, das zeitlich vor e_2 liegt und das ein Epiphänomen ist – das heißt, eine Begleiterscheinung, die selbst nichts bewirkt. Nehmen wir ferner an, dass Ereignisse des Typs von e_1 regelmäßig Ereignisse des Typs von e_2 und Epiphänomene des Typs von e_3 verursachen. In diesem Fall folgen Ereignisse des Typs von e_2 regelmäßig auf Ereignisse des Typs von e_3 , und die kontrafaktische Aussage „Wenn kein Ereignis des Typs von e_3 eingetreten wäre, dann wäre auch kein Ereignis des Typs von e_2 eingetreten“ scheint wahr zu sein. Dennoch besteht keine Kausalbeziehung zwischen e_3 und e_2 .

95 Insbesondere im Rahmen der kontrafaktischen Theorie der Kausalität gibt es in jüngster Zeit eine Reihe von scharfsinnigen Versuchen, diese Probleme zu lösen. Jeder dieser Versuche sieht sich bislang allerdings erneut mit Einwänden konfrontiert (siehe insbesondere die Aufsätze in Collins, Hall & Paul 2004 sowie Loewer 2007).

Die Überzeugungskraft einer Regularitäts- und einer kontrafaktischen Theorie der Kausalität hängt jedoch nicht davon ab, in welchem Maße es gelingt, diese und weitere interne Probleme dieser Theorien zu lösen. Jede Theorie hat einige offene Probleme. Die entscheidende Frage ist, ob die beiden Grundannahmen, auf denen diese Theorien basieren, plausibel sind:

- 1) *Kausalität als extrinsische Relation*: Ob zwischen zwei Ereignissen, die raumzeitlich aufeinander folgen, eine Ursache-Wirkungs Beziehung besteht, hängt nicht von diesen Ereignissen selbst ab, sondern davon, was anderswo in der Welt geschieht. Denn es hängt von den Naturgesetzen ab, und die Naturgesetze hängen wiederum von der Verteilung der physikalischen Eigenschaften in der gesamten Raumzeit ab.
- 2) *Kausalität als kontingente Relation*: Das Ereignis, das Ursache ist, bringt das Ereignis, das Wirkung ist, nicht hervor. Das Ursache-Ereignis ist nicht der Grund der Existenz des Wirkungs-Ereignisses. Denn es gibt keine notwendigen Verbindungen in der Welt. Kein Ereignis hat den Grund seiner Existenz in einem anderen Ereignis. Jedes Ereignis ist kontingent.

2.2 *Kausalität als physikalischer Prozess*

Transfertheorie Eine viel diskutierte Möglichkeit, über eine Humesche Theorie der Kausalität (Regularität oder kontrafaktische Abhängigkeit) hinauszugehen, besteht darin, Kausalität als einen physikalischen Prozess aufzufassen – genauer als den Prozess der Übertragung oder des Austausches einer physikalischen Erhaltungsgröße wie zum Beispiel der Energie. Diese Position ist als Transfertheorie der Kausalität bekannt. Sie wird in der heutigen Diskussion insbesondere von Wesley Salmon (1925–2002), Phil Dowe und Max Kistler vertreten (siehe Salmon 1998, Kapitel 1, 12, 16, 18; Dowe 2000, Kapitel 3 bis 5; Kistler 1999, Kapitel 1.4). Dowe (2000, S. 90) führt folgende Unterscheidung ein: ein Kausalprozess ist die Weltlinie eines Objektes, das eine physikalische Erhaltungsgröße besitzt; eine kausale Interaktion ist die Überschneidung zweier Weltlinien, welche den Austausch einer physikalischen Erhaltungsgröße beinhaltet.

Die Transfertheorie der Kausalität widerspricht der ersten Grundannahme der Humeschen Theorie der Kausalität: sie sieht Kausalität als eine intrinsische Relation an, das heißt, eine Relation, die nur von den Eigenschaften der Relationsglieder abhängt und nicht davon, was anderswo in der Welt geschieht. Auch nach der Transfertheorie erfüllen Kausalbeziehungen Naturgesetze; aber es ist nicht das Gesetz, das der Grund dafür ist, dass die Verbindung zwischen zwei Ereignissen 96 eine kausale ist. Vielmehr sind einige Prozesse deshalb kausal, weil sie Prozesse des Transfers oder des Austausches einer physikalischen Erhaltungsgröße sind. Die Transfertheorie sieht diese Prozesse als lokale an – das heißt, sie hängen nur davon ab, was in dem Raumzeit-Gebiet geschieht, in welchem die beiden Ereignisse auftreten, die als Ursache und Wirkung miteinander verbunden sind. Kurz gesagt, die Idee ist, dass bestimmte Ereignisfolgen kausale Folgen sind unabhängig davon, ob Folgen desselben Typs wiederholt auftreten – oder, generell, unabhängig davon, was in der Raumzeit insgesamt der Fall ist und welche Naturgesetze insgesamt gelten.

Einwände Es gibt eine Reihe von Einwänden gegen die Transfertheorie der Kausalität. Ein wichtiger Einwand ist, dass diese Theorie per Definition Kausalität an physikalische Kausalität bindet. Es bedarf hingegen philosophischer Argumentation, um vertreten zu können, dass zum Beispiel mentale Ursachen wie Begierden und Absichten auch etwas Physikalisches sind und ihre Wirkung durch den Transfer physikalischer Erhaltungsgrößen entfalten. Der Vertreter der Transfertheorie kann diesem Einwand begegnen, indem er den Anspruch seiner Theorie zurückschraubt: man braucht diese Theorie nicht so zu verstehen, dass sie den Anspruch erhebt, eine begriffliche Analyse dessen vorzuschlagen, was Kausalität in allen möglichen Welten ist. Man kann diese Theorie auch so interpretieren, dass sie lediglich einen Vorschlag vorlegt, wie Kausalbeziehungen in der wirklichen Welt realisiert sind. Dafür, dass alle Kausalbeziehungen in der wirklichen Welt physikalisch realisiert sind, gibt es ein gutes Argument. Wir werden darauf im letzten Abschnitt dieses Textes eingehen.

Ein weiterer Einwand streicht heraus, dass unsere gegenwärtigen fundamentalen physikalischen Theorien der Konzeption von Kausalität als physikalischem Prozess, welche die Transfertheorie vorlegt, widersprechen. Die heutige Physik ist mit der Lokalitäts-Voraussetzung, auf welcher die Transfertheorie basiert, nicht vereinbar. Selbst wenn man die Probleme beiseite lässt, welche die nicht-lokalen Korrelationen zwischen raumzeitlich voneinander getrennten Ereignissen in der Quantenphysik aufwerfen, schon die allgemeine Relativitätstheorie widerspricht der Transfertheorie der Kausalität in der vorliegenden Form: die gravitationelle Energie kann gemäß der allgemeinen Relativitätstheorie nicht so aufgefasst werden, dass sie an Punkten oder eng umgrenzten Gebieten der Raumzeit lokalisiert ist. Dieser Einwand ist schwerwiegend für eine Theorie, die Kausalität als physikalischen Prozess betrachtet und sich auf Energie als Hauptbeispiel stützt (siehe zu diesem Einwand Curiel 2000 und Lam 2005).

Dieser Einwand trifft die gegenwärtig vertretenen Formulierungen der Transfertheorie der Kausalität. Er trifft jedoch nicht die anti-Humesche Idee, auf der diese Theorie basiert: die Idee ist, dass bestimmte Folgen von Ereignissen in der Raumzeit kausale Folgen sind unabhängig davon, ob diese Folgen wiederholt über die gesamte Raumzeit verteilt auftreten. Diese Idee hat Bestand, auch wenn das spezifische physikalische Kriterium, welches die Transfertheorie vorschlägt, um diese Folgen zu identifizieren, in der vorliegenden Form nicht zu halten ist.

Transfertheorie und Humesche Metaphysik 97 Die Transfertheorie widerspricht der ersten der beiden Grundannahmen einer Humeschen Theorie der Kausalität: sie sieht Kausalität als eine intrinsische statt einer extrinsischen Relation an. Dennoch kann man die Transfertheorie so interpretieren, dass sie in den Rahmen dessen fällt, was heute als Humesche Metaphysik gilt. Für die Humesche Metaphysik ist die zweite der oben genannten Grundannahmen charakteristisch, nämlich dass es keine notwendigen Verbindungen in der Welt gibt. Man kann die Folgen von Ereignissen, die gemäß der Transfertheorie kausale Prozesse sind, als kontingente, raumzeitlich zusammenhängende Folgen von Vorkommnissen kategorialer Eigenschaften auffassen. Es stellt kein Problem dar, physikalische Erhaltungsgrößen wie die Energie als kategoriale (statt als dispositionale) Eigenschaften anzusehen. Mit einem kausalen Prozess ist eine Weltlinie gemeint, mit dem Austausch einer Erhaltungsgröße eine bestimmte Art des Überschneidens zweier Weltlinien. Ein Prozess muss somit nicht als etwas verstanden werden, in dem ein Ereignis andere Ereignisse hervorbringt in dem Sinne, dass das eine Ereignis der Grund für die Existenz anderer Ereignisse ist.

Vielmehr kann man sagen: wenn es kontingenterweise der Fall ist, dass es in der Welt raumzeitlich zusammenhängende Folgen von Ereignissen gibt, welche die Beschreibung „Übertragung bzw. Austausch einer physikalischen Erhaltungsgröße“ erfüllen, dann gibt es Kausalbeziehungen in der Welt.

So interpretiert ist die Transfertheorie der Kausalität ebenfalls reduktionistisch: die Eigenschaften sind als solche selbst nicht kausal. Man kann Eigenschaften physikalisch als Erhaltungsgrößen charakterisieren, ohne kausales Vokabular zu gebrauchen. Manche raumzeitlich zusammenhängenden Folgen von Ereignissen sind kausale Prozesse aufgrund dessen, welche nicht-kausalen Eigenschaften in diesen Folgen vorkommen. So gesehen ist der Unterschied zwischen der Transfertheorie und der Humeschen Theorie der Kausalität dieser: Sind in der Welt einige bestimmte, kategoriale physikalische Eigenschaften dadurch ausgezeichnet, dass eine raumzeitlich zusammenhängende Folge dieser Eigenschaften als solche selbst kausal ist? Oder ist, was auch immer die physikalischen Eigenschaften sein mögen, eine Kausalrelation genau dann gegeben, wenn einige dieser Eigenschaften in der gesamten Raumzeit immer zusammen auftreten?

Man kann die Transfertheorie der Kausalität allerdings auch so interpretieren, dass sie nicht nur der ersten, sondern auch der zweiten der beiden Grundannahmen der Humeschen Theorie der Kausalität widerspricht und somit in Opposition zur Humeschen Metaphysik insgesamt steht. Denn die physikalischen Eigenschaften, die gemäß dieser Theorie in Kausalbeziehungen stehen, die Erhaltungsgrößen, muss man nicht so ansehen, dass sie allein kategoriale Eigenschaften sind. Man kann sie auch so auffassen, dass sie Dispositionen, etwas zu tun, und somit Kräfte sind. Die kausalen Prozesse sind dann Prozesse dessen, dass ein Ereignis andere Ereignisse *hervorbringt* und damit der Grund von deren Existenz ist. Deren Existenz ist dann nicht kontingent, sondern notwendig, gegeben das erstere Ereignis. Infolgedessen gibt es notwendige Verbindungen in der Welt. Wie dem auch immer sei, der entscheidende Gegensatz in der Debatte um die Grundlagen der Kausalität 98 betrifft nicht die Transfertheorie, sondern die Frage, ob alles in der Welt kontingent ist (Humesche Metaphysik) oder ob es notwendige Verbindungen zwischen Ereignissen in der Welt gibt.

2.3 *Kräfte: notwendige Verbindungen*

irreduzible Dispositionen Nehmen wir an, dass die Welt nicht einfach die Ansammlung kontingenter Eigenschaftsvorkommnisse in Raum und Zeit ist, sondern dass es notwendige Verbindungen zwischen einigen dieser Eigenschaftsvorkommnisse gibt. Nehmen wir ferner an, dass Kausalität diese Verbindungen schafft und dass Kausalität eine Beziehung zwischen einzelnen Eigenschaftsvorkommnissen (Ereignissen) in der Welt ist. Wir sind dann festgelegt auf die Idee, dass die Eigenschaften in der Welt nicht nur Vorkommnisse kategorialer Eigenschaften sind, sondern dass diese Eigenschaften, insofern ihre Vorkommnisse für etwas ursächlich sind, Dispositionen sind. Es handelt sich dabei um irreduzible Dispositionen, das heißt, Dispositionen, die nicht auf kategoriale Eigenschaften zurückgeführt werden können (wie die Disposition des Zuckers, wasserlöslich zu sein, auf die Molekülstruktur des Zuckers zurückgeführt werden kann, die Kandidat für eine kategoriale Eigenschaft ist). Denn es handelt sich um fundamentale physikalische Dispositionen. Diese Dispositionen sind Kräfte, etwas hervorzubringen. Die Idee ist somit, dass die Vorkommnisse der fundamentalen physikalischen Eigenschaften Dispositionen sind, weitere solche Eigenschaftsvorkommnisse hervorzubringen.

notwendige Verbindungen Kausalität ist der Prozess, in dem ein Ereignis (Eigenschaftsvorkommnis) eines oder mehrere andere Ereignisse hervorbringt und damit der Grund von deren Existenz ist. Die Verbindung zwischen dem Ereignis, das Ursache ist, und dem Ereignis, das Wirkung ist, ist somit notwendig. Gegeben das Ereignis, das Ursache ist, kann das Ereignis, das Wirkung ist, nicht ausbleiben. Die Kausalbeziehung hängt nur von den betreffenden Ereignissen selbst ab (wobei es sich bei diesen Ereignissen um Vorkommnisse relationaler statt intrinsischer Eigenschaften handeln kann). Beide Grundannahmen einer Humeschen Theorie der Kausalität sind somit verletzt. Diese Position ist nicht-reduktionistisch in Bezug auf Kausalität. Kausalität ist ein grundlegender Zug der Welt – das, was die Welt zusammenhält: die physikalischen Eigenschaften sind als solche selbst kausal, weil sie Dispositionen bzw. Kräfte sind, etwas hervorzubringen.

Universalien Zusammen mit dem Interesse an Dispositionen, das in den letzten fünfzehn Jahren neu aufgeflammt ist, hat sich die Metaphysik irreduzibler Kräfte oder Dispositionen zu einer starken Gegenposition zur Humeschen Metaphysik entwickelt. Diese Position ist eine Alternative nicht nur zur Humeschen Metaphysik, sondern auch zu dem traditionellen Gegenspieler der empiristischen Humeschen Metaphysik, dem Universalien-Realismus. Gemäß letzterer Position gibt es nicht nur je individuelle Eigenschaftsvorkommnisse in der Welt, sondern auch Eigenschafts-Typen als Universalien in der Welt. Notwendige Verbindungen kommen in die Welt als Beziehungen zwischen den Universalien hinein. Die Naturgesetze sind bestimmte notwendige Beziehungen zwischen den Universalien. Die Naturgesetze steuern somit quasi als etwas, das über den einzelnen Eigenschaftsvorkommnissen in der Welt liegt, deren Entwicklung (siehe Dretske 1977 und Tooley 1977 für eine platonistische Variante dieser Position und Armstrong 1983 für eine aristotelistische Variante). Man kann jedoch sagen, dass in diesem Falle einfach Universalien zu dem hinzugefügt werden, was in der Humeschen Metaphysik anerkannt wird. Seit Platon ist es ein offenes Problem, wie sich die Universalien zu den sie instantiierenden Individuen verhalten. Wir werden in diesem Text auf den Universalien-Realismus nicht weiter eingehen.

zwei Sichtweisen von Dispositionen Es gibt zwei Varianten einer Metaphysik von Dispositionen oder Kräften in der gegenwärtigen Diskussion:

- Die eine Variante sieht jede Eigenschaft als dispositional und kategorial in einem an. Genauer gesagt, die Begriffe „dispositional“ und „kategorial“ bezeichnen nicht verschiedene Arten von Eigenschaften, sondern sind zwei verschiedene Arten von Prädikaten, mit denen wir auf Eigenschaften Bezug nehmen (siehe Martin 1997, insbesondere Abschnitte 3 und 12; Mumford 1998, Kapitel 9; Heil 2003, Kapitel 11).
- Die andere Variante setzt Eigenschaften mit Kräften gleich. Jede Eigenschaft ist demnach eine bestimmte Kraft (siehe Shoemaker 1980, Bird 2005 und im Erscheinen sowie auch Ellis 2001, insbesondere Kapitel 1 und 3; Ellis nimmt jedoch an, dass es Kräfte ebenso wie kategoriale Eigenschaften als zwei verschiedene Arten von Eigenschaften in der Welt gibt).

Der Unterschied zwischen diesen beiden Varianten ist nicht schwerwiegend: die erste Variante sieht den Unterschied zwischen „dispositional“ und „kategorial“ nicht als einen ontologischen an. Infolgedessen ist es nicht einmal möglich, von kategorialen und dispositionalen Aspekten von Eigenschaften zu sprechen. Die zweite Variante sieht Kräfte nicht als reine Potentialitäten an, sondern als reale und aktuelle Eigenschaften (und damit in gewisser Weise als etwas Kategoriales). Ferner kann jede Kraft in dem Sinne als etwas

Qualitatives aufgefasst werden, dass sie die Kraft ist, bestimmte Wirkungen hervorzubringen. Kurz, Eigenschaften qua Kräfte sind durch das definiert, was sie tun, und das, was sie tun, ist das, was sie sind.

keine zusätzlichen Eigenschaften Wichtig ist, dass Kräfte keine zusätzlichen Eigenschaften sind. Indem Eigenschaftsvorkommnisse bestimmte Beschaffenheiten (Qualitäten) sind, sind sie Kräfte, weitere Eigenschaftsvorkommnisse hervorzubringen. Der Humeaner und der anti-Humeaner stimmen darin überein, welche Eigenschaften es in der Welt gibt. Sie unterscheiden sich in der Ontologie der Eigenschaften – darin, ob die Eigenschaftsvorkommnisse in der Welt einfach aufeinander folgen oder ob sie so sind, dass jedes Eigenschaftsvorkommnis andere Eigenschaftsvorkommnisse hervorbringt.

100 Wenn man Eigenschaften als Kräfte ansieht, dann braucht man nicht mehr die gesamte Verteilung der fundamentalen physikalischen Eigenschaften in der Raumzeit als etwas Gegebenes hinzunehmen. Insofern es Kausalbeziehungen in dieser Eigenschaftsverteilung gibt, gibt es notwendige Verbindungen: manche Eigenschaftsvorkommnisse sind der Grund für die Existenz anderer Eigenschaftsvorkommnisse. Wenn die Eigenschaftsvorkommnisse, die in einem Raumzeit-Gebiet vorhanden sind, die Eigenschaftsvorkommnisse in der Zukunft des betreffenden Raumzeit-Gebietes hervorbringen, dann müssen nur erstere als gegeben akzeptiert werden und letztere sind von den ersteren als deren metaphysisch notwendige Folge abgeleitet. Im Idealfall eines strikten Determinismus braucht man nur die Eigenschaftsvorkommnisse im Urzustand der Welt – dem Urknall – als gegeben zu akzeptieren, und die gesamte weitere Entwicklung der Welt ist eine notwendige Folge dieser Eigenschaftsvorkommnisse.

3. Physik als Argument?

Können wir Eigenschaften nur kausal beschreiben? Der Durchmarsch durch die wichtigsten Konzeptionen von Kausalität in der heutigen Philosophie hat gezeigt, dass der wesentliche Gegensatz der zwischen einer Humeschen Metaphysik und einer Metaphysik der Kräfte ist. Ist die Welt die Ansammlung kontingenter Eigenschaftsvorkommnisse in der Raumzeit, und Kausalität die raumzeitliche Aufeinanderfolge bestimmter dieser Eigenschaftsvorkommnisse? Oder gibt es Kräfte in der Welt, so dass manche dieser Eigenschaftsvorkommnisse andere dieser Eigenschaftsvorkommnisse hervorbringen und mithin der Grund von deren Existenz sind? Welches sind die Argumente, die diesen Gegensatz in die eine oder die andere Richtung entscheiden könnten?

Es gibt ein zentrales Argument gegen die Humeaner. Der Humeaner muss in der Lage sein, die Eigenschaften in der Welt unabhängig von den Kausalbeziehungen, in denen sie stehen, zu charakterisieren – das heißt, unabhängig von den Wirkungen, die sie haben. Denn gemäß der Humeschen Metaphysik sind die Kausalbeziehungen und die Naturgesetze, in denen die Vorkommnisse einer beliebigen Eigenschaft F stehen, von möglicher Welt zu möglicher Welt verschieden, in Abhängigkeit davon, was es außer den Vorkommnissen der Eigenschaft F in der betreffenden Welt gibt. Was F ist, hängt folglich weder von den Wirkungen ab, welche die Vorkommnisse von F haben, noch von den Gesetzen, unter denen die Vorkommnisse von F stehen.

Der Einwand ist nun dieser: wir haben Zugang zu einer beliebigen Eigenschaft F nur durch die Wirkungen, welche ihre Vorkommnisse haben. Wir können F nur durch die Wirkungen beschreiben, welche die Vorkommnisse von F haben – als die Eigenschaft, welche sich in

Form von *G*, *H*, *J* usw. auswirkt. Dieser Einwand wurde von Shoemaker (1980) formuliert und motiviert dessen kausale Theorie von Eigenschaften, gemäß der Eigenschaften Kräfte sind. Dieser Einwand wurde in der Folge vor allem unter Bezugnahme auf die fundamentalen physikalischen Theorien entwickelt. Die Behauptung ist, dass unsere physikalischen 101 Theorien die fundamentalen physikalischen Eigenschaften in dispositionalen statt in intrinsischen, kategorialen Begriffen beschreiben – nämlich durch die Wirkungen, welche diese Eigenschaften in bestimmten Situationen haben. Mumford (2006, S. 475–477) nennt dieses das „ungrounded argument“. Es ist das stärkste Argument dafür, dass es Dispositionen ohne kategoriale Grundlage – also Kräfte – in der Natur gibt.

Selbst wenn man jedoch zugestehen sollte, dass wir Zugang zu den Eigenschaften in der Welt nur durch ihre Wirkungen haben und wir die Eigenschaften folglich nur in kausalen Begriffen beschreiben können, folgt nicht, dass die Eigenschaften selbst Kräfte sind. Die Eigenschaften könnten einen intrinsischen, kategorialen Kern haben, den wir nicht erkennen können. Aber das genannte Argument ist ein starker Einwand gegen die Humesche Metaphysik: diese versteht sich als eine empiristische Metaphysik, welche die Anerkennung jeder Art von Entitäten über das hinaus, was in Begriffen der empirischen Wissenschaften beschrieben werden kann, ablehnt.

Dispositionen oder kategoriale Relationen Das genannte Argument ist ein entscheidender Schlag gegen die Version der Humeschen Metaphysik, die David Lewis unter anderen vertritt und gemäß der die fundamentalen Eigenschaften kategorial und intrinsisch sind. Wenn die fundamentalen physikalischen Eigenschaften kategorial und intrinsisch wären, dann könnten wir sie nicht erkennen, insofern sie kategorial und intrinsisch sind. Wenn man nicht bereit ist, solche prinzipiell unerkennbaren Eigenschaften zu akzeptieren (Lewis selbst ist allerdings bereit, diese Konsequenz hinzunehmen; siehe Lewis 2001), zeigt das erwähnte Argument, dass die fundamentalen physikalischen Eigenschaften nicht sowohl kategorial als auch intrinsisch sein können. Nichtsdestoweniger sind wir dann nicht automatisch auf eine Metaphysik der Kräfte festgelegt. Es stehen vielmehr zwei philosophische Optionen offen: entweder sind die physikalischen Eigenschaften intrinsisch, aber dann müssen sie dispositional (Kräfte) sein, oder die physikalischen Eigenschaften sind kategorial, aber dann können sie nicht intrinsisch sein.

Struktureller Realismus Die letztere Option kann sich auf unsere fundamentalen physikalischen Theorien stützen. Es ist keineswegs erforderlich, diese Theorien so zu interpretieren, dass sie die fundamentalen physikalischen Eigenschaften in dispositionalen statt kategorialen Begriffen beschreiben. Es gibt starke Argumente für die These, dass es im Bereich der fundamentalen Physik nur Relationen statt intrinsischer Eigenschaften gibt. Die Quantentheorie zeigt, dass die Zustände von Quantensystemen verschränkt sind, und Verschränkung schließt intrinsische Eigenschaften aus, die den Relationen der Zustandsverschränkungen zugrunde liegen (siehe French & Ladyman 2003, Esfeld 2004). Etwas Ähnliches gilt für die Raumzeit, insofern sie durch die allgemeine Relativitätstheorie beschrieben wird: wenn man davon ausgeht, dass es intrinsische Eigenschaften gibt, welche die Identität der Punkte der Raumzeit konstituieren, ist man mit starken physikalischen Einwänden konfrontiert. 102 Es gibt daher überzeugende Argumente dafür, dass die Identität der Raumzeit-Punkte in den metrischen Relationen besteht, in denen diese Punkte stehen (siehe Esfeld & Lam 2006).

Aus diesen Gründen legen unsere fundamentalen physikalischen Theorien eine Ontologie nahe, die als *struktureller Realismus* bekannt ist. Das ist die Behauptung, dass das, was es in der Welt gibt, Strukturen im Sinne von Relationen statt intrinsischer Eigenschaften sind. Die Strukturen sind konkrete, physikalische Relationen (wie metrische Relationen, oder Relationen der Zustandsverschränkung von Quantensystemen). Relationen erfordern natürlich Relata, das heißt, Objekte, die in den Relationen stehen. Aber gemäß dem strukturellen Realismus sind die Objekte – wie zum Beispiel Raumzeit-Punkte oder Quanten-Systeme – nichts weiter als das, was in den Relationen steht, ohne dass sie intrinsische Eigenschaften über die Relationen hinaus haben (siehe dazu Esfeld im Erscheinen Kapitel 4.1, und vergleiche Ladyman & Ross (2007), Kapitel 3).

kategoriale Strukturen Nichts spricht dagegen, diese Strukturen (Relationen) so anzusehen, dass sie rein kategorial sind. Der Humeaner kann deshalb den erwähnten Einwand beseitigen, indem er von einer Metaphysik intrinsischer, kategorialer Eigenschaften zum strukturellen Realismus übergeht und diese Position in Begriffen rein kategorialer Relationen ausführt. Der Übergang zum strukturellen Realismus ist in jedem Fall etwas, das der Humeaner tun muss, um die Humesche Metaphysik der heutigen Physik anzupassen. Der Humeaner kann den strukturellen Realismus dann so verstehen, dass dieser ihn alleine auf kategoriale Strukturen festlegt, so dass es keine Kräfte und durch diese hervorgebrachte notwendige Verbindungen in der Welt gibt. Raumzeitliche Relationen und die Relationen der Zustandsverschränkungen in der Quantenphysik sind als solche keine kausalen Relationen; ihre Beschreibung in strukturellen Begriffen ist nicht unbedingt eine Beschreibung in Begriffen von Kräften, bestimmte Wirkungen hervorzubringen. Dasselbe gilt für alle diejenigen Eigenschaften der nicht-gravitationellen Energie-Materie, welche nicht von den Zustandsverschränkungen der Quantenphysik betroffen sind, wie zum Beispiel die Ladung. Auch diese Eigenschaften können in rein kategorialen, strukturellen Begriffen statt als Dispositionen, bestimmte Wirkungen hervorzubringen, beschrieben werden (siehe Psillos 2006, S. 151–154). Im Falle der fundamentalen physikalischen Eigenschaften ist es mithin in jedem Fall möglich, eine kausal-dispositionale Beschreibung durch eine mindestens äquivalente strukturelle Beschreibung zu ersetzen, welche diese Eigenschaften als bestimmte Relationen konzipiert, aber nicht als kausale Relationen.

Physik gegen Kräfte? Ebenso wie die Anti-Humeaner berufen sich auch die Humeaner auf die Physik, um gegen ihre Gegner zu argumentieren. Seit Russell (1912) behaupten einige Humeaner, dass der Begriff der Kraft ein anthropomorphes Konzept ist, das in der modernen Physik keinen Platz hat. Alles, worüber unsere physikalischen Theorien Aussagen machen, sind bestimmte Regularitäten in der Verteilung der physikalischen Eigenschaften. Wenn man überhaupt von Kausalität in der modernen Physik sprechen möchte, dann ist eine Humesche Theorie der Kausalität die angemessene Sicht (siehe zum Beispiel Loewer 2001, S. 322–324; Field 2003, Abschnitt 1).

Patt-Situation Alles, was dieses Argument zeigt, ist jedoch lediglich, dass die Physik als solche uns nicht darauf festlegt, Kräfte anzuerkennen. Die allgemeine Relativitätstheorie und die Quantenphysik legen uns darauf fest, bestimmte Strukturen (Relationen) anzuerkennen. Diese Theorien sagen jedoch nichts darüber aus, ob diese Strukturen rein kategorial sind, oder ob sie, insofern sie bestimmte qualitative Strukturen sind, Kräfte sind, weitere solche Strukturen hervorzubringen. Es ist möglich, die Relationen der Zustandsverschränkung in der Quantenphysik so anzusehen, dass sie Kräfte sind, weitere solche Relationen hervorzubringen

(und, je nach Interpretation der Quantenphysik, auch klassische Eigenschaften). Ebenso kann man die metrischen Relationen in einer dynamischen Raumzeit wie von der allgemeinen Relativitätstheorie beschrieben so ansehen, dass sie, insofern sie raumzeitliche Strukturen sind, Kräfte sind, Veränderungen sowohl in der nicht-gravitationellen Energie-Materie als auch in der metrischen Struktur der Raumzeit selbst hervorzubringen (siehe Bird 2005, S. 459). Wie im vorigen Abschnitt erwähnt wurde, sind Kräfte keine zusätzlichen physikalischen Eigenschaften, sondern die qualitativen Eigenschaften bzw. Relationen, von denen die Physik spricht, so verstanden, dass sie Kräfte sind, weitere solche qualitativen Eigenschaften bzw. Relationen hervorzubringen. Notwendige Verbindungen fügen zum Inhalt der Physik nichts hinzu. Die Frage ist also, ob die Verteilung der physikalischen Strukturen (Relationen) in der Welt rein kontingent ist, so dass deren gesamte Verteilung als gegeben hingenommen werden muss, oder ob es notwendige Verbindungen zwischen Strukturen (Relationen) in der Welt gibt, so dass ein Teil der Strukturen (Relationen) – im Idealfall die Strukturen im Anfangszustand der Welt – der Grund für die Existenz des Restes dieser Strukturen ist.

Die Physik beantwortet diese Frage nicht. Aus der Physik gewinnen wir kein schlagendes Argument entweder für eine Humesche Theorie der Kausalität oder eine Theorie der Kausalität in Begriffen von Kräften (siehe dazu ausführlicher Esfeld im Erscheinen, Kapitel 5.4).

4. Das Problem des kausalen Ausschlusses

biologische und mentale Kausalität Die fundamentalen physikalischen Theorien sind universelle Theorien: sie gelten für alles in der Welt. Gegenüber diesen Theorien sind die Theorien der Chemie, der Biologie, der Psychologie usw. Theorien von Spezialwissenschaften, weil sie sich nur auf bestimmte Systeme in der Welt beziehen – wie zum Beispiele Moleküle (Chemie), Organismen (Biologie), Lebewesen mit Bewusstsein (Psychologie). Wir nehmen an, dass die Eigenschaften, auf die sich die Theorien der Spezialwissenschaften beziehen, genauso kausal wirksam sind wie die Eigenschaften, auf die sich die fundamentalen und universellen physikalischen Theorien beziehen. Wie verhalten sich diese Eigenschaften zueinander in Bezug auf ihre kausale Wirksamkeit?

104 Wenn biologische oder mentale Eigenschaften kausal wirksam sind, dann haben sie auch Wirkungen bis hinunter zu den fundamentalen physikalischen Eigenschaften. Ein Vorkommnis einer biologischen Eigenschaft, wie zum Beispiel das Vorkommnis eines Gens für weiße Blüten in einer Pflanze, hat, wenn es biologische Auswirkungen hat, zugleich auch physikalische Auswirkungen: wenn das Gen zu dem phänotypischen Effekt weißer Blüten führt, dann ist dieser Effekt mit einer Veränderung bis hinunter zur molekularen bzw. atomaren Zusammensetzung der Pflanze verbunden. Was mentale Eigenschaften betrifft, so bewirken unsere Absichten einen großen Teil unseres Verhaltens, und unser Verhalten schließt körperliche Veränderungen ein. Wenn ich die Absicht habe, meinen rechten Arm zu heben, und wenn diese Absicht bewirkt, dass mein rechter Arm hochgeht, dann schließt dieser Vorgang körperliche Veränderungen bis hinunter zu Veränderungen auf der Ebene der Atome in meinem Arm ein. Für jede physikalische Veränderung gibt es jedoch auch eine vollständige physikalische Ursache, insofern es überhaupt Ursachen gibt. Für Veränderungen der Atome in meinem Arm gibt es vollständige physikalische Ursachen auf der Ebene der Atome, insofern es überhaupt Ursachen gibt usw. Hieraus folgt das Problem des kausalen Ausschlusses, dessen einfachste Form so formuliert werden kann: für alle physikalischen

Veränderungen gibt es vollständige physikalische Ursachen, insofern es überhaupt Ursachen gibt; infolgedessen scheinen die physikalischen Ursachen alle weiteren Kandidaten für mögliche Ursachen auszuschließen.

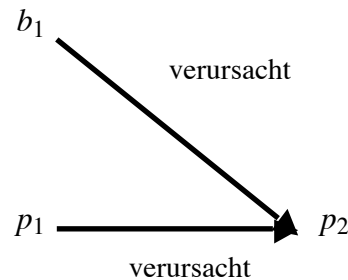


Abbildung 1: das Problem des kausalen Ausschlusses. Ein Vorkommnis einer biologischen Eigenschaft b_1 verursacht ein Vorkommnis einer physikalischen Eigenschaft p_2 , das jedoch auch eine vollständige physikalische Ursache besitzt (p_1).

Überbestimmung Wenn wir daran festhalten, dass jedes Vorkommnis einer physikalischen Eigenschaft eine vollständige physikalische Ursache hat, insofern es überhaupt eine Ursache hat, und dass die Vorkommnisse biologischer Eigenschaften kausal wirksam sind, dann gibt es nur genau zwei Möglichkeiten, dieses Problem zu lösen. Die eine Möglichkeit ist zu vertreten, dass die Vorkommnisse biologischer Eigenschaften nicht mit Vorkommnissen physikalischer Eigenschaften identisch sind, so dass es *systematische Überbestimmung* gibt: die Wirkungen biologischer Ursachen haben zugleich auch physikalische Ursachen, die mit den biologischen Ursachen nicht identisch sind. Diese Position scheint jedoch nur schwer zu verteidigen zu sein: Wieso sollten biologische Eigenschaftsvorkommnisse als zusätzliche Ursachen für einige physikalische Eigenschaftsvorkommnisse auftreten, wenn es doch in jedem Fall vollständige physikalische Ursachen gibt? Es scheint, dass eine Welt mit systematischer Überbestimmung nicht unterscheidbar ist von einer Welt, in der die Vorkommnisse biologischer Eigenschaften Epiphänomene sind.

Identität Die andere Möglichkeit ist, zu vertreten, dass biologische Ursachen mit physikalischen Ursachen identisch sind. Wenn in der Abbildung oben b_1 mit p_1 identisch ist, dann gibt es nur eine Kausalrelation zwischen $b_1 = p_1$ und p_2 . Diese Lösung läuft auf die Position hinaus, dass alle biologischen und alle mentalen Eigenschaftsvorkommnisse usw. mit physikalischen Eigenschaftsvorkommnissen identisch sind, genauer gesagt mit bestimmten Konfigurationen von physikalischen Eigenschaftsvorkommnissen. Jedes Vorkommnis eines Gens ist demnach identisch mit einem bestimmten Vorkommnis einer Molekülkonfiguration, jede mentale Absicht mit einem Gehirnzustand usw. Wenn Ursachen Eigenschaftsvorkommnisse sind und wenn Identität der Eigenschaftsvorkommnisse besteht, dann macht es keinen Sinn zu fragen, ob die Ursache ihre Wirkung qua biologischer (b_1) oder qua physikalischer (p_1) bewirkt. Die Ursache ist biologisch qua physikalisch, nämlich indem sie eine bestimmte, sehr komplexe Konfiguration physikalischer Eigenschaftsvorkommnisse ist. Angesichts dessen, dass die Position systematischer Überbestimmung wenig plausibel ist, stellt das Problem des kausalen Ausschlusses ein wichtiges Argument für die Position dar,

gemäß der alle Vorkommnisse biologischer Eigenschaften, mentaler Eigenschaften usw. mit Konfigurationen von Vorkommnissen physikalischer Eigenschaften identisch sind.

Identität unabhängig von Kausalitätstheorie Dieses Argument ist unabhängig davon, welche Theorie der Kausalität man vertritt. Wenn es Kräfte gibt, dann ist klar, dass es keine systematische Überbestimmung derselben Wirkungen durch zwei verschiedene Kräfte geben kann. Ebenso ist gemäß der Transfertheorie alle Kausalität in unserer Welt mit physikalischer Kausalität identisch. Aber auch im Rahmen einer Humeschen Theorie der Kausalität ist systematische Überbestimmung nicht plausibel: allgemeine und ausnahmslos gültige Gesetze lassen sich nur unter Bezugnahme auf Vorkommnisse physikalischer Eigenschaften formulieren. Wenn es überhaupt Gesetze gibt, welche in Begriffen biologischer oder mentaler Eigenschaftsvorkommnisse formuliert sind, dann sind dieses *ceteris paribus* Gesetze, welche nicht den gleichen Status wie physikalische Gesetze haben. Wenn es beispielsweise ein Gesetz gibt, das einen bestimmten Genotyp mit einem bestimmten Phänotyp verbindet (Gen für weiße Blüten, das im Frühling weiße Blüten hervorbringt), so gilt dieses Gesetz nur unter der Voraussetzung normaler physikalischer Bedingungen (Bodenbeschaffenheit, Luftfeuchtigkeit, Temperatur etc.). Eine Regularitätstheorie bevorzugt also physikalische Gesetze (vgl. Davidson 1970, deutsch 1993). Das gleiche gilt für eine kontrafaktische Theorie der Kausalität. Denn für die Auswertung der kontrafaktischen 106 Aussagen sind wiederum die Gesetze wesentlich (siehe dagegen Loewer 2001 und Sparber 2005 gegen Loewers Position).

funktionale Eigenschaften Wie kann man die Behauptung ausführen, dass biologische und mentale Eigenschaftsvorkommnisse usw. mit Konfigurationen von Vorkommnissen physikalischer Eigenschaften identisch sind? Gemäß gängiger Auffassung sind biologische und mentale Eigenschaften funktionale Eigenschaften, die im wesentlichen durch ihre charakteristischen Wirkungen definiert sind. Man sucht dann Konfigurationen von Vorkommnissen physikalischer Eigenschaften, welche hinreichend sind, um diese charakteristischen Wirkungen zu verursachen, und welche daher die betreffenden funktionalen Eigenschaften realisieren. Das Problem des kausalen Ausschlusses stellt in diesem Zusammenhang einen zureichenden Grund dafür dar, diese Realisation als Identität der Eigenschaftsvorkommnisse aufzufassen.

Argument für Kräfte Funktionale Eigenschaften sind ein Problem für die Humesche Metaphysik. Diese Metaphysik kann ohne weiteres funktionale Beschreibungen anerkennen: die Verteilung der fundamentalen, kategorialen Eigenschaften in der Raumzeit kann so sein, dass sie bestimmte funktionale Beschreibungen in einer von physikalischen Beschreibungen abgeleiteten Weise wahr macht. Aber man kann funktionale Eigenschaften nicht als kategoriale Eigenschaften auffassen: was diese Eigenschaften sind, das besteht in den Wirkungen, die sie verursachen. Die Verbindung zwischen einer funktionalen Eigenschaft und ihren Wirkungen ist daher eine notwendige. Wenn es funktionale Eigenschaften in der Welt gibt, sind diese also dispositionale statt kategorialer Eigenschaften. Folglich, wenn es funktionale Eigenschaften gibt und wenn diese in der Welt wirksam sind, dann spricht dieses für eine Theorie der Kausalität als Manifestation von Dispositionen (Kräften). Der Humeaner kann also zwar funktionale Beschreibungen anerkennen, ist aber auf einen Eliminativismus in Bezug auf funktionale Eigenschaften festgelegt.

Ein analoges Argument kann man in Bezug auf mentale Verursachung vorbringen. Unsere Erfahrung von mentaler Verursachung ist eine Erfahrung von uns selbst als handelnden

Subjekten. In der Welt der Humeschen Metaphysik können jedoch keine handelnden Subjekte vorkommen. Denn dafür, dass wir handelnde Subjekte sind, ist es eine notwendige Bedingung, dass die Kausalbeziehung zwischen mentalen Absichten und körperlichem Verhalten nicht eine bloße raumzeitliche Abfolge ist, sondern dass die Absicht das betreffende Verhalten hervorbringt und damit der Grund von dessen Existenz ist. Wiederum kann der Humeaner Folgendes vertreten: die Verteilung der fundamentalen, kategorialen und physikalischen Eigenschaften in der Raumzeit kann so sein, dass sie Aussagen vom Typ „Mentale Absicht x verursacht Verhalten y “ wahr macht, „verursacht“ interpretiert im Sinne einer Humeschen Theorie der Kausalität. Aber diese Kausalaussagen sind wahr aufgrund dessen, was anderswo in der Welt außerhalb der Person der Fall ist: ob Konfigurationen physikalischer Eigenschaftsvorkommnisse, welche eine Aussage des Typs „Absicht, rechten Arm zu heben“ wahr machen, regelmäßig in der Welt zusammen mit Konfigurationen physikalischer Eigenschaftsvorkommnisse 107 auftreten, welche eine Aussage des Typs „rechter Arm geht hoch“ wahr machen, ist nichts, worauf die Person Einfluss haben kann. Ferner ist jede dieser Konfigurationen kontingent: keine ist der Grund der Existenz der anderen. Notwendige Bedingung dafür, dass es handelnde Subjekte in der Welt gibt, ist jedoch, dass deren Absichten der Grund der Existenz für einen guten Teil ihres Verhaltens ist, so dass eine notwendige Verbindung zwischen der Absicht und dem Verhalten besteht.

Schluss Die Situation ist somit folgende: wenn wir uns alleine auf die Physik konzentrieren, reicht eine Humesche Theorie der Kausalität aus. Wenn wir jedoch funktionale Eigenschaften und insbesondere mentale Verursachung berücksichtigen, dann gewinnen wir ein Argument für eine Theorie der Kausalität, die mit dem Konzept von Kräften (Dispositionen) arbeitet und die Kausalität als eine notwendige Verbindung denkt. Wenn alle Vorkommnisse funktionaler einschließlich mentaler Eigenschaften mit Konfigurationen von Vorkommnissen physikalischer Eigenschaften identisch sind, besagt dieses Argument, dass es Kräfte und damit notwendige Verbindungen auf der fundamentalen physikalischen Ebene gibt (siehe zu diesem Argument Esfeld 2007b). Wie dem auch sei, die Debatte um Kausalität führt uns mitten in das Zentrum der Metaphysik – zu der Opposition zwischen einer Humeschen Metaphysik der Kontingenz und einer Metaphysik, welche Dispositionen (Kräfte) und damit notwendige Verbindungen in der Welt anerkennt, und zu der Frage, wie sich die verschiedenen Eigenschaften in der Welt – mentale, biologische, physikalische Eigenschaften – zueinander verhalten.

Literaturempfehlungen

Einführend in die Regularitätstheorie der Kausalität ist Baumgartner & Graßhoff (2004), Kapitel I bis V. Eine gute Orientierung zur kontrafaktischen Theorie der Kausalität erhält man durch die Aufsätze in Collins, Hall & Paul (2004). Eine ausgearbeitete Transfertheorie der Kausalität findet sich in Dowe (2000), Kapitel 3 bis 5. Zur Theorie der Kausalität in Form von Kräften wichtig ist Ellis (2001), Kapitel 3; den theoretischen Hintergrund hierzu (kausale Theorie von Eigenschaften) liefert Shoemaker (1980).

Zitierte Literatur

- Armstrong, David M. (1983): *What is a law of nature?* Cambridge: Cambridge University Press.
- Baumgartner, Michael & Graßhoff, Gerd (2004): *Kausalität und kausales Schliessen. Eine Einführung mit interaktiven Übungen*. Bern: Bern Studies in the History and Philosophy of Science.
- Bird, Alexander (2005): „Laws and essences“. *Ratio* 18, S. 437–461.

- Bird, Alexander (im Erscheinen): *Law and property. Nature's metaphysics*. Erscheint Oxford: Oxford University Press.
- Collins, John, Hall, Ned & Paul, L. A. (Hgg.) (2004): *Causation and counterfactuals*. Cambridge (Massachusetts): MIT Press.
- Curiel, Erik (2000): „The constraints general relativity places on physicalist accounts of causality“. *Theoria* 15, S. 33–58.
- Davidson, Donald (1970): „Mental events“. In: L. Foster & J. W. Swanson (eds.): *Experience and theory*. Amherst: University of Massachusetts Press. S. 79–101.
- Davidson, Donald (1993): „Mentale Ereignisse. Übersetzt von Michael Gebauer“. In: P. Bieri (Hg.): *Analytische Philosophie des Geistes*. Bodenheim: Athenäum Hain Hanstein. S. 73–92.
- Dowe, Phil (2000): *Physical causation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dretske, Fred I. (1977): „Laws of nature“. *Philosophy of Science* 44, S. 248–268.
- Ellis, Brian (2001): *Scientific essentialism*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Esfeld, Michael (2004): „Quantum entanglement and a metaphysics of relations“. *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 35B, S. 601–617.
- Esfeld, Michael (2007): „Mental causation and the metaphysics of causation“, erscheint in *Erkenntnis*.
- Esfeld, Michael (im Erscheinen): *Naturphilosophie als Metaphysik der Natur*. Erscheint Frankfurt (Main): Suhrkamp Januar 2008.
- Esfeld, Michael & Lam, Vincent (2006): „Moderate structural realism about space-time“. Erscheint in *Synthese*, Vorveröffentlichung Synthese online <http://springerlink.metapress.com/content/1573-0964>. Auch verfügbar unter <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00002778/>
- Field, Hartry H. (2003): „Causation in a physical world“. In: M. Loux & D. Zimmerman (Hgg.): *The Oxford handbook of metaphysics*. Oxford: Oxford University Press.
- French, Steven & Ladyman, James (2003): „Remodelling structural realism: quantum physics and the metaphysics of structure“. *Synthese* 136, S. 31–56.
- Heil, John (2003): *From an ontological point of view*. Oxford: Oxford University Press.
- Kistler, Max (1999): *La causalité et les lois de la nature*. Paris: Vrin.
- Ladyman, James & Ross, Don (2007): *Every thing must go: metaphysics naturalised*. Oxford: Oxford University Press.
- Lam, Vincent (2005): „Causation and space-time“. *History and Philosophy of the Life Sciences* 27, S. 465–478.
- Lewis, David (1973a): „Causation“. *Journal of Philosophy* 70, S. 556–567. Wieder abgedruckt in David Lewis (1986): *Philosophical papers. Volume 2*. Oxford: Oxford University Press. S. 159–172.
- Lewis, David (1973b): *Counterfactuals*. Oxford: Blackwell.
- Lewis, David (1986a): *Philosophical papers. Volume 2*. Oxford: Oxford University Press.
- Lewis, David (1986b): *On the plurality of worlds*. Oxford: Blackwell.
- Lewis, David (1994): „Humean supervenience debugged“. *Mind* 103, S. 473–490. Wieder abgedruckt in David Lewis (1999): *Papers in metaphysics and epistemology*. Cambridge: Cambridge University Press. S. 224–247.
- Lewis, David (2001): „Ramseyan humility“. Manuskript, datiert 7. Juni 2001. Erscheint in: D. Braddon-Mitchell & R. Nola (Hgg.): *The Canberra plan*. Oxford: Oxford University Press.
- Lewis, David (2004): „Causation as influence“. In: J. Collins, N. Hall & L. A. Paul (Hgg.): *Causation and counterfactuals*. Cambridge (Massachusetts): MIT Press. S. 75–106.
- Loewer, Barry (2001): „Review of Jaegwon Kim, Mind in a physical World. An essay on the mind-body problem and mental causation, Cambridge (Massachusetts): MIT Press 1998“. *Journal of Philosophy* 98, S. 315–324.
- Loewer, Barry (2007): „Counterfactuals and the second law“. In: H. Price & R. Corry (Hgg.): *Causation, physics, and the constitution of reality. Russell's republic revisited*. Oxford: Oxford University Press. S. 293–326.
- Mackie, John L. (1965): „Causes and conditions“. *American Philosophical Quarterly* 2, S. 245–264.

- Martin, C. B. (1997): „On the need for properties: the road to Pythagoreanism and back“. *Synthese* 112, S. 193–231.
- Mumford, Stephen (1998): *Dispositions*. Oxford: Oxford University Press.
- Mumford, Stephen (2006): „The ungrounded argument“. *Synthese* 149, S. 471–489.
- Psillos, Stathis (2006): „What do powers do when they are not manifested?“. *Philosophy and Phenomenological Research* 72, S. 137–156.
- Russell, Bertrand (1912): „On the notion of cause“. *Proceedings of the Aristotelian Society* 13, S. 1–26.
- Salmon, Wesley C. (1998): *Causality and explanation*. Oxford: Oxford University Press.
- Schaffer, Jonathan (2000): „Trumping preemption“. *Journal of Philosophy* 97, S. 165–181.
- Shoemaker, Sydney (1980): „Causality and properties“. In: P. van Inwagen (Hg.): *Time and cause*. Dordrecht: Reidel. S. 109–135. Wieder abgedruckt in Sydney Shoemaker (1984): *Identity, cause, and mind. Philosophical essays*. Cambridge: Cambridge University Press. S. 206–233.
- Sparber, Georg (2005): „Counterfactual overdetermination vs. the causal exclusion problem“. *History and Philosophy of the Life Sciences* 27, S. 479–490.
- Tooley, Michael (1977): „The nature of laws“. *Canadian Journal of Philosophy* 7, S. 667–698.