

Max Kistler

Erklärung und Kausalität

in : *philosophia naturalis*, 39, Heft 1 (2002), p. 89-109.

Abstract

Causation is analysed in terms of transference of amounts of conserved quantities between events. Such amounts are tropes. However, causal explanations are directly made true, not by transmission relations but by relations of causal responsibility, of a fact F_c about the cause event c for a fact G_e about the effect event e . Causal responsibility is analysed in terms of causation between events c and e and a law of nature holding between the properties F and G . This account overcomes many objections against other process theories, as well as against accounts in terms of counterfactual dependency and conditional probabilities.

Das Scheitern der Identifikation von deduktiv-nomologischer Erklärung und Kausalität

Das Erklären von Ereignissen, Vorgängen oder Eigenschaften ist eines der Hauptziele der Wissenschaften. Die deduktiv-nomologische Erklärungstheorie (DN-Theorie) (Hempel und Oppenheim, 1948), die man als die klassische Theorie der Erklärung des 20. Jahrhunderts bezeichnen kann, fasst eine wissenschaftliche Erklärung als ein deduktives Argument auf, in dem die Prämissen das Explanans und die Schlußfolgerung das Explanandum bilden¹. Für einen Vertreter der DN-Theorie wie Carnap (1966) heißt der Satz, dass A Ursache von B ist, nichts anderes, als dass es eine korrekte DN-Erklärung gibt, in der A eine der Prämissen und B die Konklusion ist.

Es gibt eine ganze Reihe von Gegenbeispielen gegen die Identifikation der Kausalitätsbeziehung mit der Erklärungsbeziehung², die man in zwei Kategorien einordnen kann. Zum einen gibt es DN-Erklärungen, die zwar Kausalbeziehungen betreffen, in denen aber das Explanans keine Ursache des Explanandums ist. Zum anderen gibt es DN-Erklärungen, bei denen überhaupt keine Art von kausaler Beziehung zwischen Explanans und Explanandum besteht. Ein berühmtes Gegenbeispiel der ersten Art ist die DN-Erklärung einer

¹Aus rhetorischen Gründen pendle ich in diesem Aufsatz zwischen zwei Redeweisen (die im wesentlichen Carnaps "formaler und materialer Redeweise" entsprechen): In der einen bezeichnen die Ausdrücke "Explanans" und "Explanandum" sprachliche Entitäten, nämlich Sätze, die in einem erklärenden DN-Argument vorkommen, während dieselben Ausdrücke in der anderen Redeweise die realen Tatsachen und Ereignisse bezeichnen, auf die diese Sätze Bezug nehmen.

²Humphreys (1989, p. 300/1) und Salmon (1990, p. 46-50) haben solche Gegenbeispiele zusammengetragen.

Ursache durch ihre Wirkung³: Man kann die Höhe eines Turms im Sinne einer DN-Erklärung aus der Länge seines Schattens ableiten (wenn man auch andere Einzeltatsachen, wie die Position der Sonne in Relation zur Erde, und Naturgesetze, wie die geradlinige Ausbreitung des Sonnenlichts, die Transparenz der Luft und die Opazität des Turms für Sonnenlicht, als Prämissen benutzt), obwohl die Länge des Schattens offensichtlich nicht die Ursache der Höhe des Turms ist. Ein anderes Gegenbeispiel betrifft die Korrelation zwischen verschiedenen Wirkungen einer gemeinsamen Ursache, die es erlaubt, einen Donnerschlag im Sinne einer DN-Erklärung aus dem vorausgegangenen Blitz (und den Randbedingungen) abzuleiten, obwohl letzterer nicht die Ursache des Donners ist, sondern vielmehr eine andere Folge ihrer gemeinsamen Ursache, nämlich der elektrischen Entladung der Gewitterwolke.

Zwei Arten nicht-kausaler naturwissenschaftlicher DN-Erklärung, bei denen überhaupt keine Kausalbeziehung zwischen Explanans und Explanandum besteht, sind folgende.

1. In der Physik kann man die Tatsache, dass ein Körper eine Eigenschaft F besitzt, dadurch erklären, dass er eine andere Eigenschaft G besitzt, die mit F durch ein Korrelationsgesetz verbunden ist. So lässt sich die Temperatur eines Gases mit dem Boyle-Mariotte'schen Gesetz durch seinen Druck und sein Volumen erklären. Die Beziehung zwischen dem Besitzen von F und G kann in diesem Fall nicht kausal sein, da die Korrelation Schlüsse (und Erklärungen) in beide Richtungen zulässt: Unter der Annahme, dass die Kausalbeziehung transitiv ist, würde die Annahme, dass einer solchen Erklärungsbeziehung eine Kausalbeziehung entspricht, zu dem absurden Ergebnis führen, dass das Besitzen von F eine causa sui, eine Ursache seiner selbst ist, denn das Besitzen von F erklärt das Besitzen von G und das Besitzen von G erklärt, mit Hilfe desselben Gesetzes, das Besitzen von F.

2. Viele wichtige Erklärungen in der Physik, Chemie und Biologie erlauben es, anzugeben, worin das Besitzen einer bestimmten Eigenschaft besteht oder was ihr zugrunde liegt. Atomistische Erklärungen sind ein Paradebeispiel: Wenn man erklärt, dass das Besitzen einer bestimmten Temperatur auf dem Bewegungszustand der atomaren oder molekularen Bestandteile des Gegenstands beruht, dann erklärt man nicht kausal, was zu diesem Temperaturzustand geführt hat, sondern vielmehr analytisch, was dieser Temperaturzustand

³Das Beispiel stammt von Bromberger (1966, S. 83).

eigentlich ist. Ein besonders wichtiger Untertyp solcher analytischer Erklärungen umfasst die Erklärungen dispositioneller Eigenschaften wie der Löslichkeit von Zucker in Wasser aufgrund der Eigenschaften der molekularen Bestandteile des Stoffs, der die Disposition besitzt. Solche analytischen Erklärungen sind nicht kausal, zum einen, weil auch hier (wie beim vorangegangenen Beispiel) Explanans und Explanandum simultane Zustände oder Ereignisse am selben Gegenstand betreffen, und zum anderen, weil Explanans und Explanandum nicht unabhängig genug voneinander sind, um in der kontingenten Kausalbeziehung stehen zu können.

Diese und ähnliche Gegenbeispiele legen es nahe, das Dogma des klassischen Logischen Empirismus von der Äquivalenz von Kausalität und Erklärung aufzugeben. Die Kausalbeziehung läßt sich nicht auf eine Erklärung im DN-Sinn zurückführen. Folgende zwei Thesen fassen die Situation zusammen:

1. Nicht alle wissenschaftlichen Erklärungen sind Kausalerklärungen, in denen das Explanans eine Ursache und das Explanandum ihre Wirkung benennt, auch wenn diese Erklärungen dem DN-Modell entsprechen. Wenn man daher gezielt nach einer Kausalerklärung sucht, ist man nicht mit einer beliebigen DN-Erklärung zufriedengestellt.

2. Trotzdem ist der intuitive Kernbegriff der Erklärung derjenige der kausalen Erklärung. Wegen These 1 muss das Vorliegen einer Kausalitätsbeziehung zwischen den im Explanans und Explanandum genannten Tatsachen aber eine zusätzliche Bedingung sein, die unabhängig von den Bedingungen des DN-Modells ist.

Neuere Analysen des Kausalitätsbegriffs

In der zeitgenössischen Literatur gibt es eine ganze Reihe von Anwärtern auf die Nachfolge der DN-Theorie der Kausalität. Die am häufigsten vertretenen Ansätze sind die kontrafaktische Analyse (Lewis, 1986) und die Theorie der Wahrscheinlichkeitserhöhung (Suppes, 1970, Eells, 1991, Mellor, 1995)⁴. Die einfachsten Versionen beider Theorien sind

⁴ Ich muß mich hier darauf beschränken, einige besonders wichtige Ansätze zu erwähnen. Ein weiterer erwähnenswerter Vorschlag ist die interventionistische Analyse (siehe z.B. Menzies and Price 1993), derzufolge

jedoch mit Gegenbeispielen konfrontiert. Der kontrafaktischen Analyse zufolge ist es eine notwendige und hinreichende Bedingung für die Wahrheit der Behauptung, dass *a* die Ursache von *b* ist, dass es zwischen *a* und *b* eine Kette von Ereignissen gibt, sodass jedes Glied vom vorhergehenden kausal abhängig ist. Die kausale Abhängigkeit zwischen zwei Ereignissen wird dann mit Hilfe zweier kontrafaktischer Konditionale analysiert: *b* ist genau dann kausal von *a* abhängig, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- 1) Wenn *a* stattgefunden hätte, hätte auch *b* stattgefunden;
- 2) wenn *a* nicht stattgefunden hätte, dann hätte auch *b* nicht stattgefunden.⁵

Dieser Vorschlag steht vor ähnlichen Problemen wie die DN-Analyse, weil einerseits die Existenz einer gesetzmäßigen Beziehung zwischen Ereignissen der Arten von *a* und *b* hinreichend für die Wahrheit solcher kontrafaktischer Konditionale (KK) ist, und weil andererseits nicht bei jeder gesetzmäßigen Korrelation das eine Glied der Beziehung Ursache des anderen ist. Wenn der Druck eines Gases z.B. gesetzmäßig von seiner Temperatur abhängt und umgekehrt, dann ist nach der kontrafaktischen Analyse sowohl der Druck Ursache der Temperatur als auch die Temperatur Ursache des Drucks; wegen der Transitivität der Kausalbeziehung sind deshalb nach der kontrafaktischen Analyse beide Ursache ihrer selbst. Lewis selbst stellt sich die Aufgabe, mit folgenden scheinbaren Gegenbeispielen fertig zu werden. 1) Das „Problem der Wirkungen“ (Lewis 1986, p. 170) besteht darin, dass viele rückwärtsgewandte („backtracking“) Konditionale wahr zu sein scheinen, nach denen die Ursache kontrafaktisch von der Wirkung abhängt. 2) Das „Problem der Epiphänomene“ besteht darin, dass Wirkungen gemeinsamer Ursachen, die aber untereinander nicht wie Ursache und Wirkung verbunden sind, kontrafaktisch voneinander abzuhängen scheinen. 3) In Fällen von Überdeterminierung und Präemption sind die relevanten KK systematisch falsch. Wenn jemand von zwei Schützen gleichzeitig erschossen wird, liegt ein Fall von

die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung auf die zwischen Mittel und Zweck einer Handlung zurückgeführt werden kann. Keil (2000) kombiniert die interventionistische und die kontrafaktische Analyse.

⁵Wie Lewis (1986, S. 167) feststellt, ist Bedingung 1 automatisch wahr, wenn *a* und *b* aktuelle Ereignisse sind; es hängt dann nur von Bedingung 2 ab, ob sie voneinander kausal abhängig sind. Bedingung 1 kommt nur dann zum Tragen, wenn *a* und *b* keine aktuellen Ereignisse sind: Dann ist nämlich Bedingung 2 automatisch erfüllt. Dass Lewis letzteren Fall genau analog zum Fall aktueller Ereignisse behandelt, wird erst vor dem Hintergrund seiner metaphysischen Position verständlich, derzufolge nicht-aktuelle mögliche Welten genauso real sind wie die aktuelle Welt.

Überdeterminierung vor. Wenn dagegen die eine Kugel einen Bruchteil einer Sekunde eher eintrifft und deswegen Ursache des Todes ist, dann handelt es sich um Präemption: Nur die erste Kugel ist Ursache, während die zweite nur eine potentielle Ursache ist, die durch die zweite Kugel ihrer Wirkung beraubt wird. Die kontrafaktische Theorie liefert in beiden Fällen eine falsche Voraussage: ihr zufolge ist die erste Kugel keine Ursache des Todes, da es nicht wahr ist, dass, wenn diese Kugel nicht abgefeuert worden wäre, das Opfer nicht getötet worden wäre.

Lewis zufolge sind rückwärtsgerichtete KK grundsätzlich falsch. Vorwärtsgerichtete KK sind wahr, wenn ihr Nachsatz in der nächstliegenden möglichen Welt wahr ist, in der der Vordersatz wahr ist. Nach Lewis' Theorie ist diejenige Welt W1 die nächstmögliche, die mit der unseren bis kurz vor der Zeit des im Vordersatz genannten Ereignisses vollständig übereinstimmt. Dieses Ereignis wird in W1 durch ein „kleines Wunder“ herbeigeführt. Dies verletzt zwar die nomologische Übereinstimmung der möglichen Welt W1 mit der aktuellen Welt W0, führt aber doch alles in allem zur kleinsten Abweichung zwischen W0 und W1, die unter der Bedingung möglich ist, dass der Vordersatz als kontrafaktischer eben eine Abweichung von der Aktualität notwendig macht. Bei einem rückwärtsgewandten KK erwägt Lewis nun ebenfalls nur, das kleine Wunder kurz nach oder kurz vor dem Ereignis des Vordersatzes geschehen zu lassen, der in diesem Fall das spätere Ereignis beschreibt. Er stellt fest, dass das Wunder ungleich größer ausfallen müsste, wenn es nachher stattfände (da zahllose Wirkungen dieses Ereignisses ausgelöscht werden müssten); daraus schließt Lewis, dass es kurz vorher stattfindet. Dann ist aber das KK falsch, da der Nachsatz in diesem Fall falsch ist. Er ist ja in der aktuellen Welt falsch, und das Ereignis des Nachsatzes findet vor dem Wunder statt; also in einer Phase der perfekten Übereinstimmung der möglichen Welt, in der der Vordersatz wahr ist, und der aktuellen Welt.

Diese Argumentation übersieht aber folgendes: Wenn die Bestimmung des Wahrheitswerts eines KK eine objektive Grundlage haben soll, dann ist es wesentlich, dass die Naturgesetze der aktuellen Welt im Zeitraum zwischen Vorder- und Nachsatz ihre Geltung behalten⁶. Dann darf man das Lewis'sche kleine Wunder aber im Fall eines

⁶ Dafür argumentiert auch Jackson (1977).

rückwärtsgewandten KK nicht unmittelbar vor dem Ereignis des Vordersatzes, sondern vielmehr unmittelbar vor dem Ereignis des Nachsatzes geschehen lassen. Dann steht der Wahrheit des rückwärtsgewandten KK nichts Prinzipielles mehr im Wege.

Die Theorie, nach der die Kausalbeziehung darin besteht, dass das Eintreffen der Ursache die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens der Wirkung erhöht, steht vor ähnlichen Schwierigkeiten. Gesetzmäßige Kovariationen zwischen verschiedenen Eigenschaften eines Gegenstands zu einer Zeit sind nicht kausal, weil Kausalität die raum-zeitliche Trennung von Ursache und Wirkung erfordert. Aus diesem Grund besteht zwischen der Erhöhung der Temperatur eines Gases in einem geschlossenen Behälter und der Erhöhung seines Drucks eine gesetzmäßige Beziehung, aber keine Kausalbeziehung. In einer typischen Situation sind beide vielmehr Wirkungen derselben Ursache, nämlich der Wärmezufuhr auf den Gasbehälter, die aber untereinander nicht kausal verbunden sind. Trotzdem macht eine die andere wahrscheinlicher. Allgemein erhöht jede Wirkung die Wahrscheinlichkeit jeder anderen Wirkung, wenn beiden eine gemeinsame Ursache zugrunde liegt. Genauso erhöhen Wirkungen typischerweise die Wahrscheinlichkeit ihrer Ursache. Auch Fälle von Überdeterminierung liefern Gegenbeispiele. Im oben skizzierten Fall der Präemption erhöht das Abfeuern der zweiten Kugel sicher die Wahrscheinlichkeit des Todes des Opfers, das ja zu diesem Zeitpunkt noch lebt. Trotzdem ist die zweite Kugel aber, entgegen der Voraussage der Theorie, keine Ursache des Todes, wenn dieser schon von der ersten Kugel hervorgerufen worden ist. Alle diese Fälle zeigen, dass die Erhöhung der Wahrscheinlichkeit nicht hinreichend für das Vorliegen einer Kausalbeziehung ist.

Diese Bemerkungen können natürlich keine ausführliche Analyse der Versuche der Verteidiger der Theorie der Wahrscheinlichkeitserhöhung ersetzen, die Grundidee so zu modifizieren, dass solche Gegenbeispiele vermieden werden⁷. Solche Bemühungen scheinen aber aus zwei Gründen wenig vielversprechend zu sein: Erstens ist der Begriffsrahmen der Theorie auf Beziehungen zwischen Ereignistypen oder Eigenschaften zugeschnitten und kann nur mit Mühe auf Beziehungen zwischen Einzelereignissen umformuliert werden. Daher kann sie zwar zur Analyse nomologischer Abhängigkeit verwandt werden, ist aber ungeeignet,

⁷ Siehe Eells (1991).

zwischen der nichtkausalen nomologischen Abhängigkeit zwischen Temperaturanstieg und Druckanstieg und der kausalen Beziehung zwischen elektrischer Entladung einer Gewitterwolke und Blitz zu unterscheiden. Zweitens kann die Theorie das Problem der Wahrscheinlichkeitsbeziehung zwischen Wirkungen gemeinsamer Ursachen nur beheben, wenn sie die Wahrscheinlichkeit der Wirkung in Umständen betrachtet, in denen alle Faktoren, die nicht von der Ursache hervorgerufen werden, aber einen Einfluss auf die Wirkung haben, konstant gehalten werden⁸. Das heißt aber, dass die Ursache die Wahrscheinlichkeit der Wirkung in einer hypothetischen Reihe von Situationen erhöhen muss, die völlig homogen in bezug auf alle solche Faktoren sind⁹. Dann fällt die Wahrscheinlichkeitstheorie aber mit der nomologischen Theorie zusammen. Denn unter diesen Voraussetzungen ist bei deterministischen Prozessen die Wahrscheinlichkeit der Wirkung, in Abhängigkeit von der Ursache, immer 1. Werte zwischen 0 und 1 kommen nur durch das Zusammenwirken verschiedener positiver und negativer Faktoren zustande, während in Situationen, die vollständig homogen in bezug auf andere Faktoren sind, nur zwei Werte möglich sind: 1 entspricht dem Fall, dass die Wirkung nomologisch von der Ursache abhängig ist, und 0 dem Fall, dass sie es nicht ist.

Es liegt mir fern, zu behaupten, dass die erwähnten Gegenbeispiele und Argumente gegen einfache Modifikationen dieser Theorien die kontrafaktische Theorie oder die Theorie der Wahrscheinlichkeitserhöhung definitiv widerlegen. Bekanntlich kann man jede Theorie so modifizieren, dass sie alle potentiellen Gegenbeispiele vermeidet, wobei allerdings immer das Risiko besteht, dass die Modifikationen einen ad hoc-Charakter haben. Aber die Schwierigkeiten, denen beide Theorien gegenüberstehen, scheinen mir Motivation und Rechtfertigung genug dafür zu bieten, einen bisher weitgehend vernachlässigten, aber meiner Ansicht nach vielversprechenden Ansatz etwas genauer zu untersuchen.

Kausalität als Übertragung

⁸ Siehe Eells (1991).

⁹ Das fordert auch Cartwright (1979).

Im Folgenden werde ich eine Version der Übertragungstheorie (Transference Theory) der Kausalität vertreten.¹⁰ Ansätze dieses Typs gehen von der Intuition einer materiellen Verbindung zwischen Ursache und Wirkung aus, die darin besteht, dass etwas von der Ursache auf die Wirkung übertragen wird.

Meine Hauptthese ist dabei die folgende:

T : Zwei Ereignisse c und e sind genau dann kausal miteinander verbunden, wenn es eine Erhaltungsgröße Q gibt, die sowohl von c als auch von e exemplifiziert wird und von der eine bestimmte Menge A zwischen c und e übertragen wird.

Mir scheint, dass eine von T ausgehende Übertragungstheorie alle Schwierigkeiten überwinden kann, mit denen frühere Versionen einer solchen Theorie (etwa die von Aronson, 1971; Aronson, 1982; Fair, 1979; Salmon, 1984) konfrontiert waren, und auf Grund derer viele Autoren die Übertragungstheorie für hoffnungslos halten (siehe die Urteile von Quine, 1973, Ehring, 1986, Sosa and Tooley, 1993).

Bevor ich zum Zusammenhang zwischen Kausalität und Erklärung zurückkehre, möchte ich einige erläuternde Bemerkungen zu der auf T aufbauenden Übertragungstheorie der Kausalität machen.

1. Der verwendete Ereignisbegriff ist "grob" im folgenden Sinn¹¹: Ein Ereignis ist der komplette Inhalt eines raumzeitlich eingegrenzten Bereichs. Mit einem solchen Ereignisbegriff wird es möglich, kausalen Prozessen, die innerhalb eines Gegenstands stattfinden, Rechnung zu tragen, z.B. wenn ein Körper eine chemische Umwandlung erfährt. Frühere Versionen der Transfertheorie, die nicht von Ereignissen, sondern von Gegenständen als den Termini der Kausalbeziehung ausgingen, standen hier vor dem Problem, dass die Ursache nicht mit der Wirkung identisch sein darf, dass aber bei solchen internen Kausalprozessen die Ursache denselben Gegenstand betrifft wie die Wirkung. Auch Wechselwirkungen zwischen Feldern, z.B. elektrischen oder magnetischen, kann man mit einem solch groben Ereignisbegriff Rechnung tragen, während Felder vielleicht nicht ohne weiteres als Gegenstände gelten können.

¹⁰Siehe auch Kistler (1998; 1999a).

¹¹Ähnliche Ereignisbegriffe kann man bei Quine (1960, S. 171), Davidson (1966) und Lemmon (1967, S. 99) finden. Siehe Kistler (1999a).

2. Die Formulierung in T kann sowohl der Gefahr des Anthropomorphismus als auch der Gefahr der Zirkularität entgehen, die beide durch die Verwendung des Begriffs der Übertragung drohen. Unter der Übertragung der Menge A der Erhaltungsgröße Q verstehe ich einfach die Präsenz der individuellen Menge A in zwei verschiedenen Ereignissen, die raumzeitlich voneinander entfernt sind. Es ist also klar, dass es keine Person geben muss, die die Übertragung vornimmt, aber auch, dass der so erklärte Übertragungsbegriff den der Kausalität nicht voraussetzt.

Zwei Kommentare zum Übertragungsbegriff sind hier nötig: Erstens macht er die Übertragungsbeziehung und damit indirekt auch die Kausalbeziehung zu einer symmetrischen Beziehung. Man kann das so ausdrücken, dass es mögliche Welten gibt, in denen alle Kausalbeziehungen symmetrisch sind. Das wäre z.B. der Fall in einer extrem einfachen möglichen Welt, die aus nur zwei Elementarteilchen besteht und in der alle Prozesse reversibel sind. Wenn man davon ausgeht, dass die Existenz einer Zeitrichtung in unserer tatsächlichen Welt eng mit der Existenz einer ausgezeichneten Richtung der Kausalprozesse zusammenhängt, dann gäbe es in jener extrem einfachen Welt zwar eine Zeitdimension, aber keine ausgezeichnete Zeitrichtung. In der aktuellen Welt sind die Verhältnisse aber so, dass sehr viele einzelne Kausalvorgänge, z.B. solche, die die Entropie vermehren, de facto irreversibel sind. Aber sie sind nicht asymmetrisch, weil sie kausal sind, sondern weil sie als Kausalvorgänge eines bestimmten Typs (z.B. des Typs der Prozesse, deren Entropie wächst) von einer irreversiblen, d.h. asymmetrischen, Art sind. Man kann nun die empirische Hypothese aufstellen, dass alle asymmetrischen Kausalvorgänge de facto asymmetrisch in dieselbe Richtung sind, und dass alle Ereignisse in einem einzigen allumfassenden kausalen Netz miteinander verbunden sind¹². Im Rahmen dieser Hypothese kann man nun die Richtung der asymmetrischen Kausalprozesse dem ganzen Netz, und damit auch den Kausalprozessen zuschreiben, die in sich selbst symmetrisch sind. Solche Kausalprozesse sind asymmetrisch aufgrund ihrer Einbindung in ein global asymmetrisches Netz.

Die zweite Bemerkung betrifft den metaphysischen Rahmen, den die Übertragungstheorie voraussetzt. Der metaphysische Status der individuellen Mengen A von

¹² Der Begriff des kausalen Netzes stammt von Reichenbach (1956).

Erhaltungsgrößen ist der von "Tropen", die in der Literatur auch als "partikuläre Eigenschaften", "abstract particulars" oder "Moden" bezeichnet worden sind - eine in der philosophischen Tradition eher vernachlässigte Kategorie, die aber bereits von Aristoteles als fundamental anerkannt wurde. Sein Beispiel eines "individuellen Akzidens" war "ein bestimmtes Weiß, [...] das in einem Subjekt, nämlich einem Körper, existiert".¹³ Die Übertragungstheorie steht vor der Notwendigkeit, zu rechtfertigen, dass es sinnvoll ist, solchen Tropen eine individuelle Identität über die Zeit hinweg zuzuschreiben, weil man sonst argwöhnen könnte, dass es keinen Sinn macht, von einem bestimmten individuellen Quantum Energie zu sagen, *es* - und nicht nur irgendein Quantum Energie von gleicher Größe - würde zunächst von Teilchen A getragen und später von Teilchen B.¹⁴ Dabei ist es vor allem wichtig, diese zeitliche Persistenz der Tropen nicht selbst wieder kausal zu begründen; andernfalls würde die Theorie zirkulär.

3. Wenn es aber gelingt, Tropen von Erhaltungsgrößen eine individuelle Existenz durch die Zeit zuzuschreiben, dann bietet die Übertragungstheorie eine neue Lösung eines traditionellen metaphysischen Problems, nämlich eine Analyse der Genidentität. Seit Lewin und Carnap versteht man unter Genidentität diejenige uneigentliche Form der Identität, aufgrund derer, um Carnaps (1928) Beispiel zu nehmen, der Straßenbahnwagen von heute Morgen derselbe ist wie der Straßenbahnwagen von heute Abend, obwohl diese Gegenstände nicht logisch miteinander identisch sein können, da sie nicht alle Eigenschaften teilen. Die Übertragungstheorie stellt hier eine Alternative zum Substanzbegriff dar, der dieses Problem in der traditionellen Metaphysik zu lösen erlaubte. Die Genidentität zwischen den zeitlichen Teilen des Straßenbahnwagens beruht auf der Tatsache, dass die Masse bzw. Energie, aus der der abendliche Straßenbahnwagen besteht, zum größten Teil dieselbe Masse bzw. Energie ist, aus der der morgendliche Wagen bestand, wobei die Identität der Tropen selbst über die Zeit hinweg von einer primitiven, nicht-kausalen Art ist. Sie beruht direkt auf den fundamentalen Erhaltungsgesetzen der Natur.

¹³Aristoteles, *Kategorien* 1a27.

¹⁴Diese Schwierigkeit, die von Dieks (1986) untersucht wird, ist eines der Hauptargumente gegen Übertragungstheorien. Kistler (1998) versucht zu zeigen, dass sie überwunden werden kann.

4. Eine bekannte frühere Version der Übertragungstheorie, die Wesley Salmon (1984), von Reichenbach (1956) ausgehend, erarbeitet hat, analysierte einen kausalen Prozess als einen, der die Fähigkeit besitzt, Merkmale zu übertragen. Gegen diese Theorie ist der begründete Einwand der Zirkularität erhoben worden (cf. Dowe, 1992, S. 200f.)¹⁵. Man kann dies auch so ausdrücken, dass es der Salmon'schen Theorie der Merkmalsübertragung nicht gelingt, ihren komplexen Grundbegriff der Fähigkeit, ein Merkmal zu übertragen, weiter zu erklären, wobei es aber unbefriedigend ist, ihn als Primitivbegriff aufzufassen, weil seine Bedeutung eine kausale Komponente besitzt. Die Übertragungstheorie versucht mit ihrer Analyse auf einer ontologisch tieferen Ebene anzusetzen und dabei von wesentlich einfacheren Begriffen (als denen eines Merkmals und einer kausalen Wechselwirkung) auszugehen. Das ermöglicht es ihr dann zu erklären, warum fahrende Autos Merkmale übertragen können und deshalb Kausalprozesse sind, während die Schatten, die sie beim Vorbeifahren auf Mauern werfen, das nicht können und deshalb keine sind (diese Fähigkeit bzw. Unfähigkeit sind in der Salmon'schen Theorie irreduzible Grundbegriffe): Sie erklärt ein Merkmal als ein Trop (oder eine Menge von Tropen), das dem menschlichen Betrachter auffällt. Die Antenne des Autos, ein Merkmal, das der Prozess des fahrenden Autos überträgt, ist eine Menge bestimmter Energie- bzw. Masse-Tropen, die über die Zeit persistieren und deshalb (zusammen mit dem ganzen Auto) von A nach B übertragen werden können. Dagegen ist der Schatten der Antenne kein Trop einer Erhaltungsgröße - wo der Schatten ist, ist ja gerade *keine* Menge des Lichts, das auf den Rest der Mauer fällt; daher gibt es auch nichts, was zwischen einem Aufenthaltsort des Schattens und einem anderen übertragen werden könnte. Die Übertragungstheorie kann also erklären, während Salmons Theorie das nur postuliert, warum die Folge (oder "Weltlinie") der Erscheinungsorte des Schattens kein Kausalprozess ist. Was diese Folge unter den vielen anderen Weltlinien, die keine Kausalprozesse sind, zu einem - in Salmon'scher Terminologie - Pseudoprozess macht, ist,

¹⁵Dowe macht die Zirkularität an der wechselseitigen Definition der Begriffe eines Merkmals und der kausalen Wechselwirkung fest. Salmon definiert ein Merkmal (mark) als "an alteration to a characteristic, introduced by a single local interaction" und eine kausale Wechselwirkung (causal interaction) als "an interaction where both processes are marked" (Dowe, 1992, S. 200), wobei, wie Dowe zeigt, mit "interaction" in der Definition des Merkmals nur "causal interaction" gemeint sein kann. Der Grund ist, dass es zwar nicht-kausale Wechselwirkungen gibt ("interaction" ist definiert als "an intersection of two processes"), dass solche aber keine Merkmale hinterlassen können - andernfalls wären sie ja doch kausal.

dass sie eine kontinuierliche Erscheinungsform hat (nämlich die des Schattens), die dem menschlichen Betrachter auffällt und ihm fälschlich suggeriert, es handle sich um einen Kausalprozess.

5. Liefert die Übertragungstheorie in den Situationen, die Gegenbeispiele zu anderen Ansätzen liefern, die richtige Antwort?

5.1. Die Unterscheidung zwischen Ursache und Wirkung beruht nicht auf der Übertragung selbst, die ja wie gesagt eine symmetrische Beziehung ist, sondern auf der physikalisch asymmetrischen Natur der irreversiblen Naturvorgänge. Der Lichtstrahl, der gerade die Spitze des Turms überstreicht, ist Ursache des Lichts, das den Schatten des Turms begrenzt. Die Energie der Photonen dieses Lichtstrahls wird zwischen dem Ereignis des Passierens der Turmspitze und dem Ereignis des Erreichens des Bodens übertragen. Die Kausal- und Zeitrichtung, und damit der Unterschied zwischen Ursache und Wirkung kann auf die Asymmetrie benachbarter irreversibler Prozesse zurückgeführt werden, z.B. der Diffusion der Wärme, in die die von den Photonen übertragene Energie bei ihrem Auftreffen auf die Erde umgewandelt wird.

5.2. Der Blitz ist keine Ursache des Donners, obwohl beide kontrafaktisch voneinander abhängen, und obwohl ersterer die Wahrscheinlichkeit des letzteren erhöht, sondern beide sind Wirkungen der elektrischen Entladung der Gewitterwolke, weil die Energie, die in der Wolke in der Form elektrischer Ladung gespeichert war, teilweise als elektrischer Strom zur Erde übertragen wird und sich teilweise als Lichtwelle (Blitz) und Schallwelle (Donner) ausbreitet.

5.3. In Fällen von Überdeterminierung wie dem des Erschießungskommandos ist jede Kugel, die ins Herz des Opfers eindringt, eine unabhängige Ursache seines Todes, da jede Kugel die zur Zerstörung notwendigen Mengen von Energie und Impuls überträgt. Auch im Fall der Präemption gibt die Übertragungstheorie die richtige Antwort: Die erste Kugel ist die Todesursache, weil sie die Energie überträgt, die zur Zerstörung des Herzens des lebendigen Opfers führt, während die zweite Kugel Ursache weiterer Zerstörungen in dessen Körper ist, aber nicht mehr seines Todes.

5.4. Wenn man einem Gasbehälter Wärme zuführt und dadurch Druck und Temperatur des Gases erhöht, dann ist die Energiezufuhr Ursache für die Zustandsveränderung des Gases, während keine Kausalbeziehung zwischen den Veränderungen der beiden Eigenschaften Druck und Temperatur des Gases besteht. Es kann keine Übertragung zwischen verschiedenen Eigenschaften desselben Ereignisses geben¹⁶. Wenn man die Druckveränderung durch die Temperaturveränderung erklärt, gibt man eine nomologische Erklärung (die dem DN-Modell entsprechen kann), die aber keine Kausalerklärung ist.

5.5. Auch bei anderen nicht-kausalen Erklärungen, wie mathematischen Erklärungen oder analytischen Erklärungen einer makroskopischen Eigenschaft durch mikroskopische Eigenschaften, findet keine Übertragung statt, weil gar keine raumzeitlich verschiedenen Ereignisse im Spiel sind. Die Übertragungstheorie kommt also in natürlicher Weise zu dem Ergebnis, dass es sich in diesen Fällen nicht um Kausalerklärungen handelt.

6. Noch ein Wort zum Begriff der Erhaltungsgröße, der eine wichtige Rolle in unserer Version der Übertragungstheorie spielt. Es ist eine Schwäche früherer Versionen, wie der von Aronson (1971) und Fair (1979), dass sie keine Rechtfertigung für ihre Liste an Größen angeben, deren Übertragung für das Vorliegen einer Kausalbeziehung notwendig und hinreichend sein soll. Folglich erscheint dann die Aufzählung solcher Größen, z.B. von Energie, Impuls und Kraft, als willkürlich. Soll man, wie Krajewski (1982, S. 225; 1997, S. 195ff.)¹⁷ vorschlägt, auch Information als etwas auffassen, dessen Übertragung Grundlage für Kausalität ist? Es scheint mir, dass der Übertragungsbegriff selbst die Grundlage für eine Antwort enthält: Nur was erhalten ist, kann übertragen werden.¹⁸ Das sind aber die individuellen Mengen der physikalischen Erhaltungsgrößen. Was in einer Kausalbeziehung

¹⁶ Die hier relevanten Ereignisse sind die zeitlichen Teile des Gases.

¹⁷ Auch Salmon (1984, S. 156; 1994, S. 303) hält "transmission of information" für eine unabhängige Grundlage der Kausalbeziehung.

¹⁸ Vgl. Castaneda (1984), der auch annimmt, dass Ursachen etwas auf ihre Wirkung übertragen, aber der versucht, seine philosophische Analyse gegenüber der empirischen Frage neutral zu halten, was es denn nun genau sei, was da übertragen wird. "Neutrally, so as to beg no empirical issues, let us dub *causity* that, in general, which is characteristically transferred from the causal network to the effectal network" (Castaneda, 1984, S. 22/3; Hervorhebung im Original).

übertragen wird, muss deshalb eine individuelle Menge einer Erhaltungsgröße sein. Wenn man einmal auf rein begrifflichem Weg zu diesem Punkt gelangt ist, kann man es der Wissenschaft, genauer gesagt der Physik überlassen, einerseits die Liste der Erhaltungsgrößen zu komplettieren (Nach den Erkenntnissen der zeitgenössischen Physik stehen Energie und Impuls auf dieser Liste, nicht aber Kraft und Information), und andererseits den systematischen Grund für die Existenz solcher Erhaltungsgrößen zu finden: Man hat herausgefunden, dass es einen engen Zusammenhang zwischen den grundlegenden Symmetrien der Natur und den Erhaltungsgrößen gibt. Dies ist es auch, was ein prinzipielles Kriterium für das Erstellen der Liste der Erhaltungsgrößen bereitstellt.

Erklärung und Kausalität als kausale Verantwortlichkeit einer Tatsache für eine andere

Wir können jetzt zu unserem Hauptthema zurückkehren und versuchen, eine befriedigende Analyse des Verhältnisses von Kausalität und wissenschaftlicher Erklärung zu geben. Das Ziel einer Erklärung ist die Beantwortung einer Warum-Frage der Form „Warum ist ein Ereignis a vom Typ F eingetreten?“ oder der Form „Warum ist es der Fall, dass a F ist?“ Die meisten solcher Fragen sind im Vokabular einer der Spezialwissenschaften formuliert, d.h. nicht im Vokabular der Mikrophysik. Insbesondere ist die als erklärungsbedürftig empfundene Eigenschaft F im Allgemeinen keine mikrophysikalische Eigenschaft und noch weniger die Eigenschaft, eine bestimmte Menge einer Erhaltungsgröße zu tragen. Selbst wenn die Warum-Frage einen kausalen Sinn hat, können wir daher nicht erwarten, dass wir sie direkt im Rahmen der Übertragungstheorie beantworten können. Eine solche Erwartung könnte auch nur auf einem Missverständnis beruhen, nämlich auf der Verwechslung von wissenschaftlicher mit philosophischer - in diesem Fall vielleicht "metaphysischer" - Erklärung. Die philosophische Theorie der Kausalität als Übertragung kann und will natürlich nicht die Rolle der kausalen Erklärung von Einzel Tatsachen und Regelmäßigkeiten übernehmen, die Sache der Wissenschaft ist. Was man von einer solchen philosophischen Theorie erwarten darf, ist nur, das Problem zu lösen, dem wir im Rahmen der traditionellen Identifikation von Kausalität mit DN-Erklärung gegenüberstanden: dass nicht

alle DN-Erklärungen kausal sind, und dass daher der kausale Charakter einer Erklärung nicht auf ihrer Erfüllung der Kriterien des DN-Modells beruhen kann. Die These von der Kausalität als Übertragung soll genau diese Lücke schließen. Das ist in folgender Weise möglich.

Worauf eine Warum-Frage mit einem kausalen Sinn abzielt, und was eine erfolgreiche kausale Erklärung benennt, ist nicht einfach die Existenz einer Kausalbeziehung, sondern das Bestehen einer komplexen Beziehung zwischen zwei Tatsachen, die ich "kausale Verantwortlichkeit" nennen möchte.¹⁹ Die Tatsache, dass das Ereignis *c* die Eigenschaft *F* hat, ist kausal verantwortlich für die Tatsache, dass das Ereignis *e* die Eigenschaft *G* hat. Ich schlage nun vor, den Sinn des Satzes $R(Fc, Ge)$, der besagt, dass die Tatsache *Fc* kausal verantwortlich für die Tatsache *Ge* ist, durch die folgende Konjunktion zu analysieren:

$$C(c, e) \wedge Fc \wedge Ge \wedge L(F, G).$$

Das erste Glied $C(c, e)$ besagt, dass die Ereignisse *c* und *e* kausal verbunden sind. Genau diese hier vom Prädikat *C* benannte Kausalbeziehung zwischen Ereignissen ist der Gegenstand der Übertragungstheorie. Sie gibt uns notwendige und hinreichende Bedingungen dafür, dass das Prädikat *C* auf eine Beziehung zwischen zwei Ereignissen zutrifft, was bedeutet, dass diese wie Ursache und Wirkung miteinander verbunden sind.

Das zweite und dritte Glied bringen die makroskopischen Eigenschaften ins Spiel, aufgrund derer die Ereignisse *c* und *e* Gegenstand einzelwissenschaftlicher Erklärung werden können: *c* besitzt eine Eigenschaft *F* und *e* besitzt eine Eigenschaft *G*. Die Eigenschaft *G* der Wirkung ist genau diejenige, die in der ursprünglichen Warum-Frage genannt ist, deren Gegenstand die kausale Erklärung der Tatsache *Ge* ist. Das letzte Glied der Erklärung - *L* - benennt ein Naturgesetz (oder eine Menge von Naturgesetzen), das im Allgemeinen einer Einzelwissenschaft angehört und nicht ein fundamentales Erhaltungsgesetz ist. Dieses Gesetz ermöglicht es, den Besitz der Eigenschaft *G* von *e* deduktiv-nomologisch aus dem Besitz der Eigenschaft *F* von *c* abzuleiten.

Der Begriff der kausalen Verantwortlichkeit stellt eine Synthese aus Elementen des DN-Modells der Erklärung und der Übertragungstheorie dar, die es erlaubt, klar zwischen kausalen und nicht-kausalen Erklärungen zu unterscheiden. Ich möchte hier einem möglichen

¹⁹Siehe auch Kistler (1999a; 1999b; 2001).

Missverständnis zuvorkommen: Die (metaphysische) Beziehung der kausalen Verantwortlichkeit soll *nicht* mit der (epistemischen) Beziehung der kausalen Erklärung selbst gleichgesetzt werden. Letztere ist eine Beziehung zwischen Sätzen, während die kausale Verantwortlichkeit eine reale Beziehung zwischen Tatsachen ist. Im Rahmen der Korrespondenztheorie der Wahrheit kann man sagen, dass die *Tatsache* Fc der Wahrheitsgrund (truth-maker) des *Satzes* ist, dass c F ist. Entsprechend ist die komplexe *Tatsache* $R(Fc, Ge)$, d.h. die *Tatsache*, dass Fc kausal verantwortlich für Ge ist, der Wahrheitsgrund für die kausale Erklärung der *Tatsache*, dass e G ist, durch die *Tatsache*, dass c F ist.

Damit eine solche kausale Erklärung wahr ist, ist es also erstens nötig, dass die Ereignisse kausal verbunden sind, zweitens, dass die Erklärung die Eigenschaft F der Ursache c benennt, die kausal verantwortlich für das G -Sein der Wirkung e ist, und drittens, dass ein Naturgesetz $L(F, G)$ existiert, das die Eigenschaft G von der Eigenschaft F abhängig macht.

Wenn ich z.B. wahrheitsgemäß erkläre, dass sich das Zündholz entflammt hat, weil es angerieben wurde, dann findet Übertragung zwischen folgenden Ereignissen statt. Das ursächliche Ereignis c ist das Reiben des Streichholzes in sauerstoffhaltiger Umgebung auf einer trockenen Reibefläche. Als konkretes Ereignis hat es natürlich unzählig mehr Eigenschaften als die hier aufgezählten. Das Wirkungsereignis e ist das Brennen des Streichholzes. Die Energie, die beim Brennen frei wird, stammt aus der chemischen Energie, die in dem entflammbareren Material des Streichholzkopfes und dem umgebenden Sauerstoff enthalten sind. Der Kausalvorgang des Entzündens besteht in der Umwandlung der potentiellen Energie, von der jedes Molekül der beteiligten Substanzen ein Trop speichert, in Wärme und Licht. Dieser Kausalvorgang gehorcht einer gesetzmäßigen Abhängigkeit zwischen der Eigenschaft F der Ursache, das Reiben eines Streichholzkopfes (das eine bestimmte Wärmeenergie W erzeugt) zu sein, und der Eigenschaft G der Wirkung, das Brennen eines Streichholzkopfes in Sauerstoff zu sein, wobei L eine Kombination aus physikalischen und chemischen Naturgesetzen, nach denen die Wärme W den für das Material des Zündholzkopfes kritischen Wert übersteigt, bei dem die Oxydationsreaktion einsetzt. Dieses Beispiel illustriert die *Tatsache*, dass die Suche nach einer Kausalerklärung

zunächst einmal die Suche nach einer Beziehung kausaler Verantwortlichkeit ist, da diese der direkte Wahrheitsgrund einer Kausalerklärung ist. Oft ist der nomologische Teil dieser Beziehung der wissenschaftlich interessantere Teil. Das widerspricht aber nicht der Tatsache, dass es die Übertragungskomponente in ihrem Wahrheitsgrund ist, die eine Kausalerklärung von einer nicht-kausalen DN-Erklärung unterscheidet.

Auch psychologische kausale Erklärungen folgen diesem Schema. Je weiter die Eigenschaften, die in einer einzelwissenschaftlichen Kausalerklärung als verantwortlich für eine bestimmte Wirkung genannt werden, von physikalischen Eigenschaften entfernt sind, desto mehr wird das Übertragungselement bei der Erklärungssuche in den Hintergrund rücken. Nichtsdestoweniger ist seine Gegenwart aber der Grund dafür, dass es sich überhaupt um eine Kausalerklärung und nicht eine nomologische nicht-kausale Erklärung handelt. Nehmen wir an, dass unser Wahrnehmungssystem fehlende Teile gerader Linien „ergänzt“, so dass diese als vollständig wahrgenommen werden. Diese psychophysische Gesetzmäßigkeit kann in Kausalerklärungen verwendet werden, wenn die Ursache das Gesehene Muster und die Wirkung ein bewusstes Ereignis im Gehirn (oder in der Person) ist, weil zwischen dem Ereignis des Aussendens der Photonen vom Muster und dem Gehirnereignis ein Kausalprozess liegt, bei dem die Energie der Photonen zusammen mit körpereigener Energie in elektrochemische Energie umgewandelt wird, die dann über die Nervenbahnen zum Gehirn weitergeleitet wird.

Solche Kausalprozesse müssen auch im Falle von wahren Kausalerklärungen zugrunde liegen, die psychische Ereignisse untereinander verbinden. Nehmen wir an, ich fasse den Entschluss, das Fenster zu schließen, weil ich glaube, dass der Straßenlärm meine Konzentration stört und weil ich mich konzentrieren möchte. Wenn wir damit sagen wollen, dass diese meine vorausgehenden Gedanken die Ursache, und nicht nur eine mögliche „Rationalisierung“ meines Entschlusses (und eventuell meiner darauffolgenden Handlung) sind, dann geben wir dem „weil“ eine kausale Bedeutung²⁰. Eine solche Alltagserklärung eines geistigen Ereignisses (mein Entschluss) durch ein anderes geistiges Ereignis (meine

²⁰ Davidson (1963) verteidigt die kausale Interpretation von Handlungserklärungen gegen Argumente, denen zu Folge der begriffliche Zusammenhang zwischen Handlungsgrund und Handlung mit dem kontingenten Charakter der Kausalbeziehung unvereinbar ist.

Bewusstmachung einer bestimmten Menge von Wünschen und Überzeugungen) ist genau dann eine wahre Kausalerklärung, wenn erstens Übertragung stattfindet und zweitens ein nomologischer Zusammenhang zwischen den geistigen Eigenschaften dieser Ereignisse besteht. Als konkrete Ereignisse haben die Bewusstmachung und der Entschluss auch physische Eigenschaften, nämlich bestimmte Muster von Gehirnaktivität. Die Übertragung, die aus der Erklärung eine Kausalerklärung macht, ist also in diesem Fall eine Energieübertragung zwischen Neuronen des Gehirns. Falls die Erklärung wahr ist, dann gibt es außerdem ein Naturgesetz, das die genannten mentalen Eigenschaften miteinander in Beziehung setzt. In diesem Fall kann es sich zweifellos nur um ein „Systemgesetz“ handeln, das speziell für Menschen und in genau dieser Form vielleicht sogar nur für mich gilt²¹. Psychische Kausalvorgänge, die weniger spezielle Eigenschaften betreffen, sind weniger spezifischen Gesetzen unterworfen, wobei psychologische Gesetze diejenigen sind, die für alle menschlichen (oder menschenähnlichen) Kognitionssysteme gelten.

Die Analyse der Beziehung der kausalen Verantwortlichkeit erlaubt es uns jetzt, auf einfache Weise zu erklären, was kausale und nicht-kausale Erklärungen gemeinsam haben und was sie unterscheidet. Eine nicht-kausale Erklärung im strengen Sinn ist eine Erklärung, die dem DN-Modell gemäß das Explanandum ableitet, wobei aber keine Kausalrelation zwischen diesem und Tatsachen, die im Explanans genannt werden, besteht. Bei einer analytischen Erklärung der Eigenschaft G von b (b ist nicht ein Gegenstand im gewöhnlichen Sinn, sondern ein Ereignis, z.B. ein zeitlicher Teil eines Gegenstands) leitet man diese z.B. aus Eigenschaften F der Komponenten von b und der Art ihrer Komposition ab, aber die Tatsache, dass b F ist, steht nicht in der Relation der kausalen Verantwortlichkeit zur Tatsache, dass b G ist, weil kein Transfer $C(b, b)$ zwischen b und sich selbst stattfindet. Der Ausdruck "im strengen Sinn" ist nötig, weil es viele Erklärungen gibt, die im weiteren Sinne als kausal gelten können, weil zwischen den im Explanans und Explanandum genannten Tatsachen eine geeignete Kausalbeziehung im Sinne einer Übertragung vorliegt, diese aber in der Erklärung nicht explizit benannt wird. Erklärungen genau dieser Art sind es, die den - wie wir gesehen haben, trügerischen - Anschein erwecken können, die Kausalbeziehung (jetzt als

²¹ Zum Begriff des Systemgesetzes, siehe Schurz (im Erscheinen).

kausale Verantwortlichkeit interpretiert) sei nichts anderes als die DN-Erklärbarkeit. In Wirklichkeit beruht die DN-Erklärbarkeit ausschließlich auf der Wahrheit der drei letzten Termini in unserer Analyse der kausalen Verantwortlichkeit. Wenn $Fc \wedge Ge \wedge L(F,G)$, dann kann ich Ge mit Hilfe von Fc und $L(F,G)$ gemäß dem DN-Modell erklären. Aber wie wir herausgefunden haben, steht dann noch offen, ob es sich um eine Kausalerklärung oder um eine nicht-kausale Erklärung handelt. Die Übertragungstheorie gibt uns das Kriterium für die Antwort: Gibt es eine Relation $C(c, e)$ zwischen c und e oder nicht? Es ist die Existenz dieser Beziehung $C(c, e)$, die Kausalerklärungen (im weiteren oder engeren Sinn) von nicht-kausalen Erklärungen unterscheidet. Kausalerklärungen im engeren Sinn zeichnen sich dann dadurch aus, dass die Erklärung explizit auf die Beziehung $C(c, e)$ Bezug nimmt.

Die Analyse der kausalen Verantwortlichkeit zeigt auch, warum man die Kausalitätsbeziehung im Sinne der Übertragungsbeziehung zwischen Ereignissen nicht als das direkte und ausschließliche Ziel von Kausalerklärungen auffassen kann. In einem Sinn kann man sicher sagen, dass die Übertragungstheorie selbst eine Erklärungsfunktion ausüben kann. Zum einen bietet sie einen Rahmen für die Erklärung der mikrophysikalischen Natur der Kausalverbindung zwischen zwei Ereignissen.²² Zum anderen liefert sie eine notwendige Bedingung für das Vorliegen einer Kausalbeziehung zwischen makroskopischen Ereignissen: Diese dürfen raum-zeitlich nicht so weit auseinanderliegen, dass eine Übertragung zwischen ihnen physikalisch unmöglich ist. Die Ereignisse des Empfangs desselben Radioprogramms durch zwei Hörer, die sich in entgegengesetzten Richtungen vom Sender befinden, können zum Beispiel nicht wie Ursache und Wirkung verbunden sein, weil ihre raum-zeitliche Entfernung das physikalisch zulässige Maximum der möglichen Übertragung übersteigt²³. Aber im Rahmen der Übertragungstheorie für sich allein kann man keine direkten Antworten auf Fragen formulieren, die nach der Ursache von Tatsachen fragen, die makroskopische Eigenschaften betreffen. Nur der Verweis auf makroskopische Naturgesetze kann die Lücke zwischen einer Analyse, die die Übertragungstheorie in mikrophysikalischem Vokabular

²²Damit widerspreche ich Ehring (1997, S. 70), der das Aufzeigen eines kausalen Mechanismus', wie er es nennt, grundsätzlich für "non-explanatory" hält.

²³In der relativistischen Physik nennt man eine solche Entfernung "räumlich", wogegen Entfernungen, die von einem Signal überbrückt werden können, als "zeitlich" bezeichnet werden.

liefern kann und der Erklärung der Tatsache, dass ein Ereignis *e* eine makroskopische Eigenschaft *G* besitzt, schließen. Das heißt, dass das bloße Identifizieren einer Kausalbeziehung, wie sie in der Übertragungstheorie aufgefasst wird, im Allgemeinen keine adäquate Antwort auf die Frage nach einer Kausalerklärung darstellt. Mit anderen Worten, unsere Neuformulierung des Kausalitätsbegriffs im Rahmen der Übertragungstheorie erlaubt es nicht, die traditionelle Identifikation zwischen Kausalität und Erklärung doch noch zu akzeptieren. Statt dessen sind wir zu folgendem Ergebnis gelangt: Die Beziehung der kausalen Verantwortlichkeit zwischen zwei Tatsachen *F_a* und *G_b* ist der Wahrheitsgrund von kausalen Erklärungen, die *G_b* mit Hilfe der Erwähnung von Naturgesetzen aus *F_a* deduktiv ableiten. Die Beziehung der Kausalität als Übertragung zwischen Ereignissen ist ein notwendiger Bestandteil dieses Wahrheitsgrunds, der aber im Allgemeinen nicht für sich allein schon hinreichend für die Wahrheit einer kausalen Erklärung ist²⁴.

Literaturverzeichnis

- Aronson J.J., 1971, "On the Grammar of 'Cause'", Synthese, 22, 417-418.
- Aronson J.J., 1982, "Unentangling Ontology from Epistemology in Causation", Erkenntnis, 18, 293-305.
- Bromberger S., 1966, "Why-Questions", in: R.G. Colodny (Hg.), *Mind and Cosmos : Essays in Contemporary Science and Philosophy*, Vol 3, Pittsburgh; repr. in: S. Bromberger, On What We Know We Don't Know, Chicago und Stanford, 1992, 75-100.
- Carnap R., 1928, Der logische Aufbau der Welt, Berlin-Schlachtensee.
- Carnap R., 1966, Philosophical Foundations of Physics, New York.
- Cartwright N., 1979, Causal Laws and Effective Strategies, repr. in N.C., *How the Laws of Physics Lie*, Clarendon Press, Oxford, 1983, 21-43.
- Castaneda H.N., 1984, "Causes, Causity, and Energy", Midwest Studies in Philosophy IX: Causation and Causal Theories, 17-28.
- Davidson D., 1963, "Actions, Reasons, and Causes", in: D. Davidson, Essays on Actions and Events, Oxford, 1980, 3-19.

²⁴Ich danke meinen Zuhörern in Fribourg (Schweiz) und München und einem anonymen Gutachter für *Philosophia naturalis* für hilfreiche Bemerkungen und Kritik.

- Davidson D., 1966, "The Logical Form of Action Sentences", in: D. Davidson, *Essays on Actions and Events*, Oxford, 1980, 105-148.
- Dieks D., 1986, "Physics and the Direction of Causation", *Erkenntnis*, 25, 85-110.
- Dowe P., 1992, "Wesley Salmon's Process Theory of Causality and the Conserved Quantity Theory", *Phil. of Science*, 59, 195-216.
- Eells, E., 1991, *Probabilistic Causality*, Cambridge.
- Ehring D., 1986, "The Transference Theory of Causation", *Synthese*, 67, 249-258.
- Ehring D., 1997, *Causation and persistence: A Theory of Causation*, New York.
- Fair D., 1979, "Causation and the Flow of Energy", *Erkenntnis*, 14, 219-250.
- Hempel C. G. und Paul Oppenheim, 1948, "Studies in the Logic of Explanation", in: C. G. Hempel, *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, New York, 1965, 245-295.
- Humphreys, P.W., 1989, "The Causes, Some of the Causes, and Nothing But the Causes", in: *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol XII: *Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, p. 283-306.
- Jackson F., 1977, "A Causal Theory of Conterfactuals", *Australasian Journal of Philosophy*, 55, 3-21.
- Keil G., 2000, *Handeln und Verursachen*, Frankfurt a.M.
- Kistler M., 1998, "Reducing Causality to Transmission", *Erkenntnis*, 48, 1-24.
- Kistler M., 1999a, *Causalité et lois de la nature*, Paris.
- Kistler M., 1999b, "Causes as events and facts", *Dialectica*, 53, 25-46.
- Kistler M., 2001, "Causation as transference and responsibility", in: W. Spohn, M. Ledwig und M. Esfeld (Hg.), *Current Issues in Causation*, Paderborn, p. 115-133.
- Krajewski W., 1982, "Four conceptions of causation", in: W. Krajewski (Hg.), *Polish Essays in the Philosophy of the Natural Sciences*, Dordrecht, 223-235.
- Krajewski W., 1997, "Energetic, informational, and triggering causes", *Erkenntnis*, 46, 193-202.
- Lemmon E.J., 1967, "Comments on D.Davidson's 'The Logical Form of Action Sentences'", in: *The Logic of Decision and Action*, N. Rescher (Hg.), Pittsburgh, 96-103.
- Lewis D., 1986, "Causation", in: *Philosophical Papers*, vol. 2, Oxford, 159-213.
- Mellor D.H., 1995, *The Facts of Causation*, Cambridge.
- Menzies P. and Price H., 1993, "Causation as a Secondary Quality", *British Journal for the Phil. of Science*, 44, 187-203.
- Quine W.V.O., 1960, *Word and Object*, Cambridge, MA.
- Quine W.V.O., 1973, *The Roots of Reference*, LaSalle, Ill..
- Reichenbach H., 1956, *The Direction of Time*, Berkeley, 1991.

- Salmon W., 1984, Scientific Explanation and the Causal Structure of the World, Princeton.
- Salmon W., 1990, Four Decades of Scientific Explanation, Minneapolis.
- Salmon W., 1994, "Causality Without Counterfactuals", Phil. of Science, 61, 297-312.
- Schurz G., im Erscheinen, "Laws of Nature versus System Laws", in: Jan Faye, Max Urchs and Uwe Scheffler (Hg.), Language Rules and Laws of Nature, Dordrecht.
- Sosa E. und Tooley M., 1993, "Introduction", in: E. Sosa und M. Tooley (Hg.), Causation, Oxford, 1-32.
- Suppes P., 1970, A Probabilistic Theory of Causality, Amsterdam.