Kapitel V

INUS-BEDINGUNGEN UND MINIMALE THEORIEN

1 Einführung

Das letzte Kapitel hat sich kritisch mit der Definition kausaler Relevanz über hinreichende oder notwendige Bedingungen auseinander gesetzt und die von Hobbes, Hume und Mill vertretenen kausaltheoretischen Ansätze als gängigen kausalen Intuitionen nicht genügend ausgewiesen. Namentlich seit der Mitte des 20. Jahrhunderts sind in der philosophischen und wissenschaftstheoretischen Debatte viele Vorschläge zur Verbesserung jener Ursachenbegriffe aus dem 17., 18. und 19. Jahrhundert gemacht worden. Zwei dieser Vorschläge sind Thema des vorliegenden Kapitels.

2 INUS-Bedingungen

2.1 Kausal relevante Faktoren als INUS-Bedingungen

Es ist John Mackies[1] Verdienst, den mit hinreichenden und notwendigen Bedingungen operierenden Begriffen kausaler Relevanz ein modernes Gewand gegeben und sie vor zahlreichen Standardeinwänden geschützt zu haben. Ein Ursachentyp ist weder eine hinreichende noch eine notwendige Bedingung des zugehörigen Wirkungstyps. Weil Mackie aber grundsätzlich die theoretische Stossrichtung einer Analyse des Begriffs kausaler Relevanz unter Inanspruchnahme eines logischen Instrumentariums nicht aufgeben wollte, hat er eine sich auf hinreichende und notwendige Bedingungen *gleichermassen* stützende Definition kausaler Relevanz vorgeschlagen.[2] Ein Faktor A ist Mackie zufolge genau dann kausal relevant für eine Wirkung B, wenn A ceteris paribus mindestens ein, wenn auch nicht hinreichender, so doch nicht redundanter Teil einer nicht notwendigen, aber hinreichenden Bedingung von B ist. A ist in diesem Fall eine so genannte *INUS-Bedingung* von B, d.h. „an *I*nsufficient but *N*on-redundant part of an *U*nnecessary but *S*ufficient condition“.[3] Redundant ist ein Ereignistyp für Mackie dann, wenn er seine Wirkung nie alleine herbeiführt, d.h., wenn er das in Kapitel III, Abschnitt 4.3 eingeführte *Prinzip der Relevanz* verletzt. Ein Faktorenbündel hat redundante Teile, wenn die Konjunktion einer echten Teilmenge seiner Elemente hinreichend

[1] Vgl. Mackie (1974).

[2] Die Idee einer Verbindung der Begriffe hinreichender und notwendiger Bedingungen zur Analyse kausaler Relevanz geht nicht auf Mackie, sondern auf Johnson (1963 (1924)), Bd. 3, und Broad (1930) zurück. (In eine ähnliche Richtung argumentierten vor Mackie auch Marc-Wogau (1962) und Scriven (1964).) Mackie hat diesem Ansatz jedoch die elaborierteste Form gegeben und ihn eingehendst auf Tauglichkeit geprüft.

[3] Mackie (1974), S. 62.

für die Wirkung ist. Das heisst, können von einem hinreichenden Faktorenbündel ein oder mehrere Faktoren abgetrennt werden, so dass die restliche Faktorenkonjunktion instantiiert als Koinzidenz ceteris paribus weiterhin hinreichend ist für die entsprechende Wirkung, dann sind die abgetrennten Faktoren redundant und folglich nicht kausal relevant. Eine hinreichende Bedingung, die keine in diesem Sinn redundanten Teile enthält, ist eine *minimal hinreichende Bedingung*.

Minimal hinreichende Bedingung: Ein Faktorenbündel X, das hinreichend ist für einen Faktor B, ist genau dann eine *minimal hinreichende* Bedingung von B, wenn die Konjunktion keiner echten Teilmenge seiner Elemente hinreichend ist für B, d.h., wenn X keine redundanten Konjunkte enthält.

INUS-Bedingung: Eine INUS-Bedingung ist ein selbst nicht hinreichender, aber notwendiger Teil A einer Bedingung, die ihrerseits nicht notwendig, aber hinreichend ist für einen Ereignistyp B.

Kausale Relevanz und INUS-Bedingungen (NSB): Ein Faktor A ist genau dann kausal relevant für einen Faktor B, wenn A ceteris paribus[4] eine INUS-Bedingung oder selbst eine hinreichende oder notwendige Bedingung von B ist, wobei die Instanzen von A und B jeweils verschieden sind.

Mackie spricht davon, dass ein kausal relevanter Faktor *mindestens* („at least") eine INUS-Bedingung der betreffenden Wirkung sei.[5] Mit dieser etwas vagen Formulierung meint er, ein kausal relevanter Faktor erfülle eine von drei alternativen Bedingungen: Er ist entweder INUS-Bedingung, selbst hinreichend oder selbst notwendig für die Wirkung. Mackie will offenbar den Fall nicht ausschliessen, dass es Faktoren gibt, die selbst, d.h., ohne dass in Verbindung mit ihren Instanzen noch andere Ereignistypen instantiiert sind, hinreichend oder notwendig sind für eine jeweilige Wirkung. Ein selbst hinreichender Faktor ist keine eigentliche INUS-Bedingung. Trotzdem würde ihm Mackie kausale Relevanz nicht absprechen wollen.

Freilich ist es fraglich, ob es in der Natur tatsächlich Faktoren gibt, die alleine hinreichend sind für eine Wirkung. Ursachen sind stets in einen Komplex anderer Faktoren eingebunden, ohne die sie ihre kausale Relevanz nicht entfalten können. Insofern dürften alle in den kausalen Prozessen der Natur auftretenden Ursachen

[4]Mackie verwendet nicht den Begriff der ceteris-paribus-Klausel, sondern denjenigen des *kausalen Feldes* (vgl. S. 95 unten). Gemeint ist damit jedoch im Wesentlichen dasselbe.

[5]Vgl. Mackie (1993 (1965)), S. 37, oder Mackie (1966), S. 445.

INUS-Bedingungen ihrer jeweiligen Wirkungen sein. Im Rahmen der philosophischen Auseinandersetzung mit Definitionsvorschlägen für den Begriff kausaler Relevanz diskutiert man allerdings oft vereinfachte und entsprechend konstruierte Beispielsituationen, die in ihrer simplifizierten Form in der Natur nicht vorkommen. Um auf eine kausale Interpretation solcher Beispiele nicht von vornherein verzichten zu müssen, setzt Mackie kausal relevante Faktoren nicht einfach mit INUS-Bedingungen gleich, sondern lässt auch eine kausale Interpretation alleine hinreichender oder notwendiger Faktoren zu.

Wer einem Faktor A kausale Relevanz für eine Wirkung B zuspricht, der behauptet mitunter, so Mackie,

(h) Immer wenn A in Verbindung mit einer Reihe anderer Faktoren E, G, usw. als Koinzidenz instantiiert ist, dann findet ceteris paribus auch eine von der Instanz von $AEG\ldots$ verschiedene Instanz von B statt.

Die zusätzlichen Ereignistypen, die gemeinsam mit A eine ceteris paribus minimal hinreichende Bedingung von B bilden, sind unter Umständen sehr zahlreich und möglicherweise unbekannt. Um nicht mit langen Faktorenkonjunktionen mit gegebenenfalls unbekannten Konjunkten operieren zu müssen, lässt Mackie die Ereignistypenvariable X über jene Zusatzfaktoren laufen. Aus einer konjunktiven Anbindung von X an den Faktor A resultiert die ceteris paribus minimal hinreichende Bedingung AX der Wirkung B.

Der ceteris-paribus-Klausel trägt Mackie durch Einführung des Begriffes des *kausalen Feldes* Rechnung.

> (…) causal statements are commonly made in some context, against a background which includes the assumption of some *causal field*. A causal statement will be the answer to a causal question, and the question 'What caused this explosion?' can be expanded into 'What made the difference between those times, or those cases, within a certain range, in which no such explosion occurred, and this case in which an explosion did occur?' Both cause and effect are seen as differences within a field (…). What is said to be caused, then, is not just an event, but an event-in-a-certain-field (…).[6]

Das kausale Feld symbolisiert Mackie durch den Buchstaben „F". Das Feld kann auch als Situationstyp verstanden werden. Vor dem Hintergrund dieses Verständnisses wäre Mackies Analyse der Aussage „A ist kausal relevant für B" wiederzugeben als: A ist in Situationen vom Typ F mindestens INUS-Bedingung von B. Es ist auch möglich, F als Klasse von Faktoren zu verstehen, die zusätzlich zur Koinzidenz AX instantiiert sein müssen, damit auf eine Instanz von AX tatsächlich durchgängig eine solche von B folgt.

Um eine formale Wiedergabe von NSB vorzubereiten, schematisieren wir (h) auf der Basis der obigen Präzisierungen weiter zu (i):

[6] Mackie (1974), S. 34-35.

(i) Immer wenn AX und die Elemente der Faktorenklasse F als Koinzidenz instantiiert sind, dann findet auch eine von der Instanz von AX verschiedene Instanz von B statt.

Die Interpretationskonvention (IK)[7] zugrunde legend ist (i) durch den folgenden Ausdruck wiederzugeben:

$$(AX \,\&\, \mathrm{F}\,) \mapsto B. \tag{I}$$

AX ist in F hinreichend, aber nicht notwendig für B. Es existieren alternative kausale Pfade, auf denen Instanzen von B herbeigeführt werden können. Für jene alternativen Ursachen führt Mackie die Variable Y ein. Während X eine beliebig lange Konjunktion von Faktoren vertritt, die, sofern sie in F gemeinsam mit A als Koinzidenz instantiiert sind, eine minimal hinreichende Bedingung von B bilden, steht Y für eine beliebig lange Disjunktion sämtlicher von AX verschiedener Alternativursachen von B, d.h. für alle Faktoren oder Faktorenbündel, welche je für sich ebenso wie AX in F minimal hinreichend sind für B. Die Gegenstandsbereiche von X und Y können auch leer sein. Ist A in F alleine hinreichend für B, enthält der Bereich von X keine Elemente, ist A in F alleine notwendig für B, ist der Gegenstandsbereich von Y leer.

Die disjunktive Verbindung von AX mit sämtlichen Alternativursachen Y von B ergibt eine in F nicht nur hinreichende, sondern darüber hinaus auch notwendige Bedingung von B. Das Kausalitätsprinzip besagt, dass immer wenn B instantiiert ist, auch mindestens eine der Ursachen, d.h. AX *oder* ein anderes der in Y enthaltenen Faktorenbündel, gegeben ist. Findet keine Instanz von B statt, so auch keine der Ursachen. Die Kausalaussage „A ist kausal relevant für B" behauptet demnach, so Mackie, deutlich mehr als (h) und (i). Wer die kausale Relevanz von A für B behauptet, meint genau genommen Folgendes:

(k) Immer wenn AX oder eines der von Y vertretenen Faktorenbündel in F als Koinzidenz instantiiert ist, dann findet auch eine von dieser Instanz von AX bzw. Y verschiedene Instanz von B statt, *und* immer wenn B instantiiert ist, findet auch eine von der Instanz von B verschiedene Instanz von AX bzw. Y in F als Koinzidenz statt.

Oder formal:

$$(((AX \vee Y) \,\&\, \mathrm{F}) \mapsto B) \,\&\, (B \mapsto ((AX \vee Y) \,\&\, \mathrm{F}\,)).^{8} \tag{IF}$$

Antezedens und Konsequens der beiden in (IF) konjunktiv verbundenen Konditionale unterscheiden sich in einem wichtigen Punkt: Beim Antezedens handelt

[7] Vgl. Kapitel IV, Abschnitt 2.5.

[8] Mackie setzt im zweiten Konditional von (IF) das F ins Antezedens (vgl. z.B. Mackie (1974), S. 63). Damit scheint er uns aber falsch zu liegen. Der Faktor B kann nur eine Instantiierung erfahren, wenn eine seiner minimal hinreichenden Bedingungen in Verbindung mit F instantiiert ist. Ist B also gegeben, steht fest, dass auch die in F versammelten Faktoren instantiiert sind. B ist hinreichend für F. Dies kommt nur zum Ausdruck, wenn F im zweiten Konditional im Konsequens steht.

es sich jeweils um einen allquantifizierten Ausdruck, beim Konsequens dagegen um einen existenzquantifizierten.[9] *Für alle* minimal hinreichenden Bedingungen im Antezedens gilt, wenn sie als Koinzidenz instantiiert sind, dann *gibt es eine* Instanz des Konsequens und die Instanzen von Antezedens und Konsequens sind jeweils verschieden. Zumal Ausdrücke der Form (IF) in der Folge von zentraler Bedeutung sein werden, führen wir für (IF) eine abgekürzte Schreibweise ein:[10]

$$((AX \vee Y) \,\&\, \mathrm{F}\,) \Rightarrow B. \tag{AS}$$

Der Umstand, dass Antezedens und Konsequens der Konditionale in (IF) im Wirkungsbereich jeweils wechselnder Quantoren liegen, verhindert, dass (IF) mit einem gängigen Bikonditional abgekürzt werden kann. Um unsere Notation dennoch zu vereinfachen, führen wir das Zeichen „⇒" ein. Wir nennen einen Ausdruck nach dem Muster von (AS) ein *Doppelkonditional*. Doppelkonditionale sind nichts anderes als syntaktische Kurzformen von Ausdrücken der Form (IF).

Diese einführenden Bemerkungen zur Notation ermöglichen nun eine formale Wiedergabe von NSB.

Doppelkonditional: Ein Doppelkonditional $AX \Rightarrow B$ ist eine syntaktische Kurzform für eine Konjunktion bestehend aus zwei Konditionalen mit je allquantifiziertem Antezedens und existenzquantifiziertem Konsequens derart, dass im einen Konditional AX im Antezedens und B im Konsequens steht und im anderen B im Antezedens und AX im Konsequens, die Instanzen von AX und B jeweils verschieden sind und AX als Koinzidenz instantiiert ist. Wir nennen AX das „Antezedens" des Doppelkonditionals und B dessen „Konsequens".

NSB *in formaler Notation:* Ein Ereignistyp A ist genau dann kausal relevant für einen zweiten Typ von Ereignis B, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

(1a) $((AX \vee Y) \,\&\, \mathrm{F}) \Rightarrow B$, und
es gibt keinen echten Teil ϕ von AX bzw. von den Faktorenbündeln im Bereich von Y derart, dass gilt: $\phi \mapsto B$.

(b) $(AX \,\&\, \mathrm{F}) \Rightarrow B$, und
es gibt keinen echten Teil ϕ von AX derart, dass gilt: $\phi \mapsto B$.

(c) $((A \vee Y) \,\&\, \mathrm{F}) \Rightarrow B$

(d) $(A \,\&\, \mathrm{F}) \Rightarrow B$.

[9] (IF) ist eine abgekürzte Schreibweise eines mit Hilfe von (IK) zu vervollständigenden quantorenlogischen Ausdruckes. Vgl. Kapitel IV, Abschnitt 2.5. Zur Vervollständigung von (IF) vgl. auch Graßhoff und May (2001), S. 92.

[10] Diese abgekürzte Schreibweise geht nicht auf Mackie zurück. Er verzichtet auf Abkürzungen von (k) bzw. (IF).

Der Faktor A ist nur in (1a) INUS-Bedingung von B. In (1b) bis (1d) ist A entweder selbst hinreichend oder notwendig für B und damit, wie Mackie sich ausdrückt, „etwas Besseres“ als eine INUS-Bedingung („better than an inus condition“)[11]. Die Bedingungen (1b) bis (1d) tragen dem Umstand Rechnung, dass Mackie nicht apriori festlegen will, sämtliche Kausalprozesse in der Natur hätten mindestens die Komplexität von (1a).

Mackie geht davon aus, dass im Antezedens von (1a) *sämtliche* ceteris paribus alternativen Ursachentypen von B als Disjunkte enthalten sind. Das heisst, ohne Instanz einer der im Antezedens von (1a) aufgeführten Koinzidenzen tritt B nicht auf. Die Faktorendisjunktion im Vordersatz von (1a) ist somit notwendige Bedingung einer Instantiierung von B. Umgekehrt gilt aber desgleichen, dass von jedem Auftreten eines Ereignisses vom Typ B darauf geschlossen werden kann, dass neben B mindestens eines der Disjunkte von (1a) als Koinzidenz instantiiert ist. Oder anders gewendet: Tritt keine Instanz von B auf, so ist auch keine der Koinzidenzen im Antezedens von (1a) instantiiert. B ist also eine notwendige Bedingung für die Anwesenheit der im Antezedens von (1a) versammelten Ursachentypen und eine hinreichende Bedingung für die Anwesenheit von mindestens einer der im Antezedens von (1a) disjunktiv verknüpften Koinzidenzen.[12] Freilich jedoch kann vom Stattfinden eines Ereignisses vom Typ B nicht auf die Instantiierung eines *bestimmten* Disjunktes aus dem Antezedens von (1a) geschlossen werden. Ein Ereignis b kann entweder von einer Instanz von AX oder von Ereignissen vom Typ Y verursacht sein.

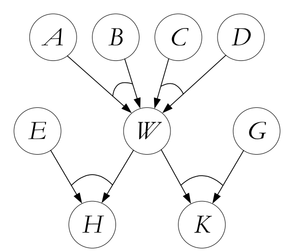


Abb. V.1: Typischer Kausalgraph.

Bei NSB handelt es sich um einen nahe liegenden Lösungsversuch der Probleme, an welchen die vier bisherigen Vorschläge zur Definition des Begriffs der kausalen Relevanz scheitern. Kausal relevante Faktoren sind immer Teil einer komplexen kausalen Struktur, und weder HB, HCP, NB noch NCP sind in der Lage, diesem Umstand gebührend Rechnung zu tragen. Wenn man einen typischen kausalen Graphen betrachtet, wie ihn etwa Abbildung V.1 darstellt, ist unschwer erkennbar, dass kausal relevante Faktoren mit anderen Faktoren ein Bündel bilden, das erst bei gemeinsamer Instantiierung sämtlicher Glieder hinreichend ist für das Auftreten einer Wirkung. Eine solche Koinzidenz wiederum ist zwar für sich genommen hinreichend, aber nicht notwendig für eine entsprechende Wirkung, denn diese wird bisweilen auch auf alternativen Pfaden herbeigeführt.

[11] Vgl. Mackie (1974), S. 71.

[12] Dieser Befund scheint zunächst die Konsequenz zu zeitigen, dass nicht nur A, sondern auch B NSB erfüllt und damit von NSB kausale Relevanz für A zugesprochen erhält. Zu diesem Problem vgl. Abschnitt 3.5.

Mackies Begriff der INUS-Bedingung nimmt die Idee auf, dass kausal relevante Faktoren allermeistens, wenn nicht gar immer, in eine solche komplexe Kausalstruktur eingebettet sind. Über kausale Relevanz, so die zentrale These Mackies, lässt sich nicht entscheiden, solange man ausschliesslich auf das logische Verhältnis zwischen *zwei* Ereignistypen fokussiert. Erst wenn man ganze Netze von Faktoren in den Blick nimmt, wird es möglich, kausale Relevanzen zu diagnostizieren. Die Berücksichtigung komplexer kausaler Strukturen ist damit von entscheidender Bedeutung für die Definition des Begriffs kausaler Relevanz.

Von NSB werden zwei wichtige Eigenschaften typischer Kausalgraphen abgebildet:

Komplexe Ursachen: Gemeinsam für das Entstehen einer Wirkung erforderliche Faktoren werden durch eine UND-Verbindung miteinander verknüpft: A und B etwa müssen im Graph von Abbildung V.1 als Koinzidenz instantiiert sein, damit ceteris paribus ein Ereignis vom Typ W auftritt.

Alternative Ursachen: Alternative Wege der Verursachung werden durch eine ODER-Verbindung beschrieben: AB oder CD sind im Graph von Abbildung V.1 ceteris paribus hinreichend für W.

✍ ÜBUNG: *INUS-Bedingungen*

2.2 Kritische Beurteilung von NSB – Manchester Factory Hooters

Wer im Rahmen der vorigen Übung zum Thema INUS-Bedingungen mehrere Beispielfälle analysiert hat, dem dürfte nicht entgangen sein, dass NSB einen wesentlichen Fortschritt darstellt gegenüber den Definitionsvorschlägen, die im letzten Kapitel diskutiert worden sind. Gleichwohl aber ist auch NSB nicht über alle Zweifel erhaben. Mackie selbst hat auf einen Typ von Kausalprozess hingewiesen, für den NSB nicht Ursachendiagnosen liefert, die sich mit gängigen Kausalurteilen decken. Doch zumal Beispielsituationen besagten Typs von komplexerer Struktur sind als die Beispiele, an denen wir bislang die Qualität kausaltheoretischer Ansätze beurteilt haben, müssen wir an dieser Stelle etwas weiter ausholen. Wir werden deshalb zur Evaluation von NSB nicht auf unser im letzten Kapitel eingeführtes Testverfahren zurückgreifen, sondern vielmehr Mackies eigene Kritik an NSB nachzeichnen.

Bei dem erwähnten Typ von Kausalprozess, der für Mackies Theorie der INUS-Bedingungen problematisch bleibt, handelt es sich um eine bestimmte Sorte von multiplen Wirkungen einer gemeinsamen Ursache, d.h. um eine etwas komplexere Form von Epiphänomen. Immer wenn ein einzelner Kausalfaktor B für zwei kausal unabhängige Wirkungen C und D verantwortlich ist, deren sämtliche alternative Ursachen bekannt und kontrollierbar sind, kann man aus der Abwesenheit aller Alternativursachen von C sowie der Anwesenheit von C und der Anwesenheit der übrigen INUS-Bedingungen, die in Verbindung mit B hinreichend sind für D, auf das Gegebensein von D schliessen. Das wiederum zwingt Mackie angesichts von NSB, C kausale Relevanz für D zuzuschreiben, ohne dass C faktisch irgendeinen kausalen Beitrag zum Auftreten von D leisten würde.

Bevor wir uns anschliessend mit der Frage beschäftigen, weshalb NSB diese Form von Epiphänomen nicht korrekt zu analysieren vermag, ist es im Sinne eines besseren Verständnisses angezeigt, die oben abstrakt dargestellten kausalen Zusammenhänge an einem Beispiel zu veranschaulichen. Berühmt geworden ist das folgende Gegenbeispiel gegen NSB unter dem Namen der „Manchester Factory Hooters".[13]

Angenommen, jedes Mal, wenn die Fabriksirenen in Manchester heulen (H_M) und es 17.00 Uhr ist (B), machen sich die Arbeiter in Manchester auf den Heimweg (L_M). Neben dem Fünf-Uhr-Geheul der Fabriksirenen gebe es noch eine ganze Reihe von alternativen Ursachen, welche die Arbeiter in Manchester dazu veranlassen, ihren Arbeitsplatz zu räumen. Alle diese Alternativursachen wie Feueralarm oder Streik seien vertreten durch die Ereignistypenvariable Y_M. In dieser Konstellation gilt folgendes, kausal interpretierbares Doppelkonditional:

$$((BH_M \vee Y_M) \,\&\, \mathrm{F}) \Rightarrow L_M. \tag{II}$$

Die Arbeiter in Manchester verlassen ihren Arbeitsplatz nie, wenn in F nicht BH_M oder Y_M instantiiert ist. Im Weiteren sei angenommen, dass für Londoner Arbeiter eine analoge Faktorenkonstellation gelte. Auch sie verlassen ihren Arbeitsplatz (L_L) nur entweder wegen des Fünf-Uhr-Geheuls ihrer Fabriksirenen (BH_L) oder wegen möglicher Alternativursachen (Y_L), d.h.:

$$((BH_L \vee Y_L) \,\&\, \mathrm{F}) \Rightarrow L_L. \tag{III}$$

(II) und (III) sind NSB zufolge kausal interpretierbar, weil sie im Antezedens ausschliesslich INUS-Bedingungen bzw. ceteris paribus hinreichende oder notwendige Bedingungen des im Konsequens aufgeführten Faktors enthalten.

Diese Sachlage lässt nun aber den Schluss zu, dass, wenn L_M und H_L, nicht aber Y_M instantiiert sind, auch L_L instantiiert ist. Es gilt also: $\overline{Y_M}L_MH_L \mapsto L_L$. Immer wenn sich die Arbeiter in Manchester auf den Heimweg begeben, dies aber nicht wegen eines Streiks, Feueralarms oder Ähnlichem tun, und in London die Sirenen heulen, gehen die Londoner Arbeiter nach Hause. Die Manchester Arbeiter beenden ihre Tätigkeit nur, wenn Y_M oder BH_M instantiiert ist. Bleibt Y_M aus, muss BH_M gegeben sein. Damit garantiert das Bündel $\overline{Y_M}L_M$, dass B instantiiert bzw. dass es fünf Uhr nachmittags ist. Heulen zusätzlich noch die Londoner Sirenen, begeben sich die Arbeiter in London auf den Heimweg. $\overline{Y_M}L_MH_L \mapsto L_L$ ist

[13] Vgl. Mackie (1974), S. 83ff.

ein Konditional der Form (IK) mit INUS-Bedingungen im Antezedens. $\overline{Y_M}L_MH_L$ muss folglich als Disjunkt in die Disjunktion der INUS-Bedingungen von L_L aufgenommen und aufgrund von NSB kausal interpretiert werden:

$$((BH_L \vee \overline{Y_M}L_MH_L \vee Y_L') \,\&\, \mathrm{F}) \Rightarrow L_L.^{14} \tag{IV}$$

Daraus ergibt sich die äusserst unangenehme Konsequenz, dass Mackie der Arbeitsniederlegung der Arbeiter in Manchester kausale Relevanz für die Arbeitsniederlegung der Arbeiter in London zuerkennen muss.

Seine entscheidende Kraft bezieht das Hooters-Beispiel aus der Annahme, dass Y_M und Y_L in (II) und (III) über alle Alternativursachen von L_M und L_L laufen. Diese Vollständigkeitsannahme schliesst Entscheidungssituationen aus, die gängige Epiphänomene im Normalfall leicht entlarven könnten. Würde Y_M beispielsweise nur für Streik und Feueralarm stehen, könnte man das problematische Konditional $\overline{Y_M}L_MH_L \mapsto L_L$ ohne weiteres mit einem Testfall falsifizieren, in welchem die Arbeiter in Manchester vielleicht wegen eines wichtigen Fussballspiels frühzeitig Feierabend machen und die Londoner Arbeiter, weil es noch nicht fünf Uhr ist, trotz Sirenengeheuls weiterarbeiten. Doch die Vollständigkeitsannahme ermöglicht es, von der Instantiierung des komplexen Ereignistyps $\overline{Y_M}L_MH_L$ auf das Gegebensein von B und damit – zumal H_L als Konjunkt in $\overline{Y_M}L_MH_L$ enthalten ist – auch von BH_L zu schliessen.

2.3 Das Hooters-Beispiel graphisch interpretiert

Es dürfte durchaus lohnend sein, die Struktur dieses komplexen Gegenbeispiels gegen NSB auch mit graphischen Mitteln klarzulegen. Betrachten wir das Hooters-Beispiel also noch einmal. Diesmal werden die Faktoren eingebettet in einen graphischen Zusammenhang dargestellt und anschliessend die zwischen ihnen bestehenden kausalen Abhängigkeiten mit Hilfe einer der im Rahmen unseres Testverfahrens eingeführten Prüftabellen analysiert.

Die Faktoren des Hooters-Graphen in Abbildung V.2 sind nach folgender Legende zu interpretieren.

H_M	=	Heulen der Fabriksirenen in Manchester
H_L	=	Heulen der Fabriksirenen in London
B	=	17.00 Uhr
Y_M	=	Variable für sämtliche Faktoren, welche die Manchester Arbeiter zur Arbeitsniederlegung veranlassen, falls es nicht 17.00 Uhr ist und die Sirenen nicht heulen

[14] Y_L' wird hier mit einem Strich markiert, um die Differenz zu Y_L aus (III) deutlich zu machen. In (IV) wird eine der minimal hinreichenden Bedingungen, die sich in (III) noch im Gegenstandsbereich von Y_L befindet, explizit gemacht. Damit verändert sich die von der Alternativursachen-Variable vertretene Disjunktion.

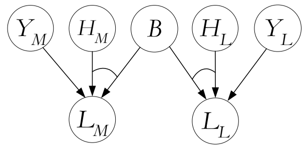


Abb. V.2: Kausalgraph der Manchester Hooters.

Y_L	=	Variable für sämtliche Faktoren, welche die Londoner Arbeiter zur Arbeitsniederlegung veranlassen, falls es nicht 17.00 Uhr ist und die Sirenen nicht heulen
L_M	=	Arbeitsniederlegung der Manchester Arbeiter
L_L	=	Arbeitsniederlegung der Londoner Arbeiter.

Der Hooters-Graph zeigt fünf Wurzelfaktoren, d.h., es sind gemäss den theoretischen Vorgaben, welche die Konstruktion von Prüftabellen regeln, in der vorliegenden Faktorenmenge insgesamt $2^5 = 32$ Koinzidenzen möglich, welche die An- und Abwesenheit der beiden abhängigen Faktoren Y_L und Y_M reglementieren.[15]

Von diesen möglichen Koinzidenzen seien jetzt diejenigen exemplarisch herausgegriffen, welche das für NSB problematische Faktorenbündel $\overline{Y_M}L_MH_L$ konstituieren. Intuitiv ist klar: Die Arbeitsniederlegung der Arbeiter von Manchester ist *nicht* kausal relevant dafür, dass sich die Londoner Arbeiter auf den Heimweg begeben. Eine kausale Analyse dieses Beispiels vor dem theoretischen Hintergrund von NSB führt aber zum gegenteiligen Ergebnis. Die Arbeitsniederlegung der Manchester Arbeiter ist eine INUS-Bedingung dafür, dass die Arbeiter in London zu arbeiten aufhören. Wie kommt NSB zu dieser Diagnose?

Tabelle V.2 zeigt den hierzu einschlägigen Ausschnitt einer auf das Bündel $\overline{Y_M}L_MH_L$ sowie den Wirkungstyp L_L fokussierenden Prüftabelle. Die in besagtem Faktorenbündel nicht enthaltenen Ereignistypen B, H_M und Y_L seien abwesend,

Situation	Y_M	L_M	H_L	B	H_M	Y_L	L_L	tritt auf
S_1	1	1	1	0	0	0	0	1
S_2	0	1	1	1	1	0	1	1
S_3	1	1	0	0	0	0	0	1
S_4	1	0	1	0	0	0	0	0
S_5	1	0	0	0	0	0	0	0
S_6	0	1	0	1	1	0	0	1
S_7	0	0	1	0	0	0	0	1
S_8	0	0	0	0	0	0	0	1

Tab. V.2: Ausschnitt einer Prüftabelle für den Wirkungstyp L_L.

[15] Vgl. Kapitel IV, Abschnitt 3.2.1.

sofern ihre Anwesenheit nicht aus einer Koinzidenz der Faktoren Y_M, L_M und H_L folgt. Mit den Faktoren Y_M, L_M und H_L lassen sich auf rein kombinatorischer Basis $2^3 = 8$ Koinzidenzen bilden. Von diesen 8 Kombinationsmöglichkeiten treten aber aufgrund der im Graphen von Abbildung V.2 dargestellten kausalen Abhängigkeiten nur 6 tatsächlich auf. Die Zeilen 4 und 5 sind nicht realisierbar, weil die Konstruktion des Hooters-Beispiels verlangt, dass bei gegebener Instanz von Y_M immer auch L_M instantiiert ist. Die letzte Spalte der Tabelle vermerkt dementsprechend, ob eine jeweilige Koinzidenz auftritt (1) oder nicht nicht auftritt (0).

In der Menge der tatsächlich auftretenden Situationen ist nur in S_2 ein Faktorenbündel instantiiert, das hinreichend ist für das Auftreten von L_L. Die übrigen auftretenden Zeilen vermerken alle diejenigen Situationen, in denen die Faktoren Y_M, L_M und H_L verglichen mit S_2 systematisch variieren. Diese Variationen sind erforderlich, um zu prüfen, ob bereits ein Teil des Bündels von S_2 oder allenfalls noch eine andere Koinzidenz der Faktoren Y_M, L_M und H_L hinreichend für das Auftreten von L_L ist. Wie man aus Tabelle V.2 leicht ersieht, ist beides nicht der Fall. Damit ist das Bündel $\overline{Y_M}L_M H_L$ eine hinreichende Bedingung ohne Redundanzen und jedes seiner Glieder eine INUS-Bedingung von L_L. Nach NSB ist jede INUS-Bedingung – d.h. jedes Konjunkt von $\overline{Y_M}L_M H_L$ – kausal relevant für L_L. NSB liefert mithin Kausaldiagnosen, die nicht in jedem Fall mit gängigen kausalen Urteilen übereinstimmen, und ist folglich für eine Definition des Begriffs der kausalen Relevanz ungeeignet.

Vielleicht hat man bei der obigen Darstellung des Hooters-Problems den Eindruck gewonnen, es handle sich dabei um eine sehr ausgefallene Faktorenkonstellation, die in dieser Form nur äusserst selten auftrete. Dieser Eindruck täuscht. Aus den verschiedensten Epiphänomenen lassen sich Beispiele vom Typ der Manchester Factory Hooters konstruieren. Einen analogen Fall hält die folgende Übung bereit:

✍ ÜBUNG: *Panoramazüge*

3 MINIMALE THEORIEN

3.1 MINIMAL HINREICHENDE BEDINGUNGEN

Es gibt im Rahmen von NSB keinen Weg, eine kausale Interpretation von $\overline{Y_M}L_M H_L$ abzuwenden. Mitunter aus diesem Grund hat Mackie seinen kausaltheoretischen Ansatz schliesslich auch aufgegeben. Nichtsdestotrotz wollen wir nun versuchen, NSB dahingehend zu modifizieren, dass eine intuitionskonforme Analyse der kausalen Zusammenhänge rund um die Manchester Factory Hooters möglich wird.

In Anlehnung an Mackie führen wir zu diesem Zweck zunächst den Begriff der *minimal hinreichenden Bedingung*[16] ein, mit dessen Hilfe eine kausale Interpretati-

[16] Vgl. zu diesem Begriff auch Broad (1930).

on redundanter Faktoren, die als Konjunkte einem hinreichenden Faktorenbündel angeschlossen sind, abgewendet wird.

> *Minimal hinreichende Bedingung:* Ein Faktorenbündel X, das hinreichend ist für einen Faktor B, ist genau dann eine *minimal hinreichende* Bedingung von B, wenn die Konjunktion keiner echten Teilmenge der Konjunkte von X hinreichend ist für B bzw. wenn gilt:
>
> (2a) $X \rightarrow B$,
> (b) es gibt keinen echten Teil ϕ von X derart, dass gilt: $\phi \rightarrow B$.

X bezeichnet hier gleich wie bei Mackie eine Konjunktion von bekannten oder unbekannten Faktoren. Mit einem „echten Teil ϕ von X“ ist demzufolge ein Faktorenbündel gemeint mit weniger Konjunkten als X. Steht X für AC, so enthält X zwei Teile: A und C. (2b) verlangt in diesem Fall, dass weder A noch C für sich, d.h. ohne das jeweils andere Konjunkt, hinreichend sind für B.

Wie das Hooters-Beispiel nachdrücklich demonstriert, reicht der Begriff der minimal hinreichenden Bedingung nicht aus für eine befriedigende Definition kausaler Relevanz. Die folgende Zusatzbedingung bringt uns um den entscheidenden Schritt weiter.

3.2 Minimal notwendige Bedingungen

Mackie beschränkt die Zahl der ins Antezedens von (1a) aufgenommenen Disjunkte in keiner Weise. Demgegenüber sei nun neu festgelegt, dass eine Disjunktion von minimal hinreichenden Bedingungen – wie sie sich in (1a) findet – erst dann kausal interpretiert werden darf, wenn sie keine redundanten Glieder enthält. Wir verlangen also nicht nur, dass ein kausal relevanter Faktor nicht redundanter Teil von mindestens einer ceteris paribus hinreichenden Bedingung sei, sondern darüber hinaus soll die Zulassung von mehr alternativen Bündeln hinreichender Bedingungen als unbedingt erforderlich verhindert werden. Faktorenbündel als Ganze müssen gleich wie einzelne Faktoren innerhalb eines Bündels in mindestens einer Situation unerlässlich sein für die Realisation des Wirkungstyps. Die hier vorgeschlagene Modifikation von NSB unterscheidet sich von Mackies theoretischer Vorgabe im Wesentlichen darin, dass das Antezedens von (1a) neu nicht mehr aus einer *maximalen*, sondern nur aus einer *minimalen* Disjunktion minimal hinreichender Bedingungen bestehen darf. Wir fordern, dass auch die notwendige Bedingung, d.h. das Antezedens von (1a), minimal sei, insofern es keinen echten Teil enthält, der selbst notwendig ist.[17]

[17] Bei Broad findet sich der Begriff der „smallest necessary condition“. Im Unterschied zum hier eingeführten Begriff der minimal notwendigen Bedingung verlangt Broad von einer „smallest necessary condition“ nicht, dass sie aus disjunktiv verknüpften minimal hinreichenden Bedingungen zu bestehen habe (vgl. Broad (1944), S. 16ff.). Ähnliches gilt für von Wright (1952), S. 71.

Minimal notwendige Bedingung: Eine Disjunktion Y von Faktoren(bündeln), die notwendig ist für einen Faktor B, ist genau dann eine *minimal notwendige* Bedingung von B, wenn die Disjunktion keiner echten Teilmenge der Disjunkte von Y eine notwendige Bedingung von B ist bzw. wenn gilt:

(3a) $\overline{Y} \rightarrow \overline{B}$ bzw. $B \rightarrow Y$,
(b) es gibt keinen echten Teil ψ von Y derart, dass gilt: $\overline{\psi} \rightarrow \overline{B}$ bzw. $B \rightarrow \psi$.

Y steht hier gleich wie bei Mackie für eine Disjunktion bekannter oder unbekannter Faktoren(bündel). Mit einem „echten Teil ψ von Y" ist infolgedessen ein Ausdruck gemeint mit weniger Disjunkten als Y. Steht Y für $A \vee C$, enthält Y zwei Teile: A und C. Die Bedingung (3b) verlangt in diesem Fall sinngemäss, dass weder A noch C für sich, d.h. ohne disjunktive Verbindung mit dem jeweils anderen Faktor, notwendig sind für B.

Damit sind alle theoretischen Versatzstücke beisammen, die nötig sind, um kausale Relevanz zu definieren. Wir führen den Begriff einer *Minimalen Theorie* ein, der die kausal interpretierbaren Bedingungen für das Auftreten von Instanzen einer jeweiligen Wirkung *in minimalisierter Form* zusammenfasst. Eine Minimale Theorie wählt aus der Gesamtheit der für einen bestimmten Wirkungstyp kausal relevanten Faktoren diejenigen aus, die *direkt* kausal relevant sind.

Minimale Theorie: Eine Minimale Theorie der Wirkung B ist ein Doppelkonditional mit einer minimal notwendigen Disjunktion minimal hinreichender Bedingungen von B im Antezedens und B selbst im Konsequens derart, dass jeder Faktor im Antezedens bei jeder Erweiterung dieses Doppelkonditionals darin enthalten bleibt.

Direkte Kausale Relevanz und Minimale Theorien (MT_d): Ein Faktor A ist genau dann direkt kausal relevant für einen Faktor B, wenn A im Antezedens der Minimalen Theorie von B enthalten ist.

Indirekte kausale Relevanz und Minimale Theorien (MT_i):[18] Ein Faktor A ist genau dann indirekt kausal relevant für einen Faktor B, wenn es eine Reihe R von Faktoren $Z_1, Z_2, \ldots, Z_n$, $n \geq 3$, gibt, so dass $A = Z_1$, $B = Z_n$ und für jedes i, $1 \leq i < n$, gilt: Z_i ist im Antezedens der Minimalen Theorie von Z_{i+1} enthalten.

[18] In Kapitel VII, Abschnitt 2.2.3 wird indirekte kausale Relevanz alternativ hierzu mit Hilfe des graphentheoretischen Instrumentariums definiert.

Kausale Relevanz und Minimale Theorien (MT): Ein Faktor A ist genau dann kausal relevant für einen Faktor B, wenn A im Sinne von MT_d *direkt* oder im Sinne von MT_i *indirekt* kausal relevant für B ist.

Die Erweiterungsklausel in der Definition des Begriffes der Minimalen Theorie trägt dem in Kapitel III, Abschnitt 4.4 eingeführten Prinzip der persistenten Relevanz Rechnung. Minimale Theorien sind immer auf die Menge der bei ihrer Formulierung berücksichtigten Faktoren zu relativieren. Diese Menge kann im Verlauf eines Forschungsprozesses jederzeit erweitert werden.[19] Verliert ein Faktor bei einer solchen Erweiterung der von einer Minimalen Theorie berücksichtigten Faktorenmenge seine Mitgliedschaft in dieser Minimalen Theorie, so legt das Prinzip der persistenten Relevanz fest, dass der betreffende Faktor von allem Anfang an nicht direkt kausal relevant gewesen ist. Ein Faktor ist nur dann direkt kausal relevant, wenn er für jede betrachtete Grundmenge von Faktoren eine unverzichtbare Rolle in der Minimalen Theorie eines untersuchten Wirkungstyps spielt.

Im Unterschied zu HB, HCP, NB, NCP oder NSB definiert eine mit Minimalen Theorien operierende Regularitätstheorie nicht kausale Relevanz schlechthin, sondern zunächst einmal den Spezialfall direkter kausaler Relevanz. Ein direkt für die Wirkung B kausal relevanter Faktor A schliesst seine eigenen Ursachen von der Aufnahme in eine minimal notwendige Bedingung und damit in eine Minimale Theorie von B aus.[20] Mittels Minimaler Theorien lassen sich jedoch komplexere Kausalstrukturen Schritt für Schritt aufbauen. Ist der Faktor A im Antezedens der Minimalen Theorie von B und dieser Faktor wiederum im Antezedens der Minimalen Theorie von C enthalten, folgt aufgrund der Transitivität kausaler Relevanz[21] die indirekte Relevanz von A für C. Die Kapitel VII und XII werden sich ausführlich mit der an MT orientierten Analyse komplexer Kausalstrukturen beschäftigen.

3.3 Darstellungsformen Minimaler Theorien

Minimale Theorien können auf zweierlei Art dargestellt werden: zum einen mit Hilfe der im vorigen und in diesem Kapitel eingeführten logischen Notation und zum anderen graphisch, d.h. durch Kausalgraphen. Diese beiden Darstellungsformen sollen nun der Reihe nach an einem Beispiel betrachtet werden.

Angenommen, AB und CD seien alternative kausal relevante Faktorenbündel der Wirkung E. Damit ist weder festgelegt, dass AB bzw. CD je eine minimal hinreichende Bedingung, noch, dass ihre disjunktive Verknüpfung eine minimal notwendige Bedingung von E ist. Die beiden Faktorenbündel stellen für sich je

[19] Ein konkretes Beispiel einer solchen Erweiterung der betrachteten Faktorenmenge findet sich in Kapitel III, Abschnitt 4.4.

[20] In Kapitel VII, Abschnitt 2.2.3 wird dieser Umstand an einem Beispiel veranschaulicht.

[21] Vgl. hierzu Kapitel III, Abschnitt 2.4.

bloss einen Teil einer minimal hinreichenden und gemeinsam lediglich einen Teil einer minimal notwendigen Bedingung dar. Damit E auftritt, wenn Instanzen von AB gegeben sind, muss neben A und B noch eine ganze Reihe weiterer Faktoren instantiiert sein. Wir fassen diese zusätzlichen Faktoren als Koinzidenz zusammen und bezeichnen sie mit der Variablen X_1. Analoges gilt für das Bündel CD. Die Koinzidenz, die in Verbindung mit zwei Ereignissen c und d instantiiert sein muss, damit eine Instanz der Wirkung E auftritt, sei mit X_2 symbolisiert. Darüber hinaus gibt es unter Umständen noch viele alternative Kausalfaktoren für E, die aber nicht bekannt oder für eine jeweilige Untersuchung nicht interessant sind. Wir lassen die Variable Y_E über all jene alternativen minimal hinreichenden Bedingungen der Wirkung E laufen.[22] Das heisst, Y_E steht für eine beliebig lange Disjunktion zusätzlicher minimal für E hinreichender Bedingungen, während X_1 und X_2 beliebig lange Koinzidenzen von Restfaktoren einer minimal für E hinreichenden Bedingung repräsentieren. Die Gegenstandsbereiche der Variablen X_1, X_2, Y_E usw. können leer sein.

Kausale Strukturen sind von einer Komplexität, die eine Aufzählung sämtlicher kausal relevanter Faktoren einer Wirkung prinzipiell verunmöglicht. Mackie wurde der Komplexität von Kausalzusammenhängen, wie Abschnitt 2.1 gezeigt hat, durch Einführung des für den kausalen Hintergrund stehenden Buchstabens „F“ gerecht. Damit legte er aber implizit fest, dass Bündel alternativer Ursachen jeweils vor *demselben* Hintergrund an Zusatzfaktoren instantiiert sein müssen, damit die zugehörige Wirkung auftritt. Diese Voraussetzung scheint uns zu stark und vor allem nicht nötig zu sein. Der Hintergrund, vor dem alternative Ursachen derselben Wirkung ihre kausale Relevanz entfalten, kann durchaus variieren. Deshalb verzichten wir im Gegensatz zu Mackie auf die Einführung der für sämtliche Zusatzfaktoren stehenden Variablen „F“ in eine Minimale Theorie und drücken die Komplexität kausaler Strukturen, wie oben beschrieben, durch die Variablen X, $X_1, X_2, \ldots$ und Y, Y_A, $Y_B, \ldots$ aus. Wird in einem konkreten Fall, um der Komplexität eines jeweiligen Kausalzusammenhanges gerecht zu werden, bloss *eine* Restfaktoren-Variable ‚vom Typ X‘ oder *eine* Alternativursachen-Variable ‚vom Typ Y‘ benötigt, so kann auf tiefgestellte Indizes verzichtet werden.

Diese Vorbemerkungen erlauben nun eine formale Wiedergabe einer Minimalen Theorie:

[22] Die für Alternativursachen stehenden Variablen Y_A, Y_B usw. werden im Gegensatz zu den Restfaktoren-Variablen X_1, X_2 usw. mit dem Buchstaben der zugehörigen Wirkung und nicht mit Zahlen indiziert, weil dadurch auch in komplexen Kausalstrukturen mit vielen Wirkungen die Zuordnung von Alternativursachen zu Wirkungen transparent bleibt. Dies wird insbesondere in Kapitel XII Bedeutung erlangen.

Eine Minimale Theorie in logischer Notation:

(4a) $(ABX_1 \vee CDX_2 \vee Y) \Rightarrow E$,

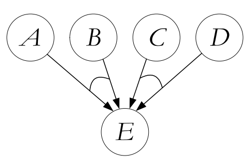
(b) es gibt keinen echten Teil ϕ von ABX_1 bzw. von CDX_2 bzw. von den Faktorenbündeln im Bereich von Y derart, dass gilt: $\phi \mapsto E$,

(c) es gibt keinen echten Teil ψ von $(ABX_1 \vee CDX_2 \vee Y)$ derart, dass gilt: $\overline{\psi} \mapsto \overline{E}$ bzw. $E \mapsto \psi$.

Der ganze Ausdruck (4a) ist ein Doppelkonditional und besagt: Immer wenn $ABX_1 \vee CDX_2 \vee Y$ als Koinzidenz instantiiert ist, tritt auch mindestens ein von der Instanz von $ABX_1 \vee CDX_2 \vee Y$ verschiedenes Ereignis vom Typ E auf, und immer wenn eine Instanz von E stattfindet, dann tritt eine von der Instanz von E verschiedene Instanz von $ABX_1 \vee CDX_2 \vee Y$ als Koinzidenz auf.[23] Die Bedingung (4b) stellt sicher, dass sämtliche Disjunkte des Antezedens von (4a) minimal hinreichende Bedingungen sind, während (4c) verlangt, dass das ganze Antezedens von (4a) einer minimal notwendigen Bedingung von E entspricht.

Der Gehalt der Minimalen Theorie (4a) kann auch mit Hilfe der Graphennotation wiedergegeben werden. Abbildung V.3 zeigt zwei Möglichkeiten, dies zu tun.

Logische und graphische Darstellungsform unterscheiden sich in einem wichtigen Punkt. In Kausalgraphen ist die explizite Benennung unbekannter oder uninteressanter Zusatzfaktoren optional, während für die logische Notation Vollständigkeit verlangt wird. Bei der graphischen Wiedergabe kann demzufolge auf die Variablen $X, X_1, X_2, \ldots$ und $Y, Y_A, Y_B, \ldots$ verzichtet werden. Dieser Unterschied rührt daher, dass die Pfeile in Kausalgraphen für die Relation „... ist direkt kausal relevant für ...“[24] stehen, während das Zeichen „$\Rightarrow$“ in (4a) Ausdrücke der Form (IF) repräsentiert. Doppelkonditionale wie $A \Rightarrow B$ werden nur dann wahr, wenn



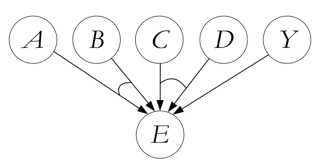


Abb. V.3: Zwei Möglichkeiten zur graphischen Wiedergabe der Minimalen Theorie (4a).

[23] Vgl. Abschnitt 2.1 oben.

[24] Vgl. Kapitel III, Abschnitt 3.1.

A hinreichend und notwendig für B ist. Deshalb müssen im Antezedens einer logisch notierten Minimalen Theorie sämtliche Alternativursachen – wenn auch nur vertreten durch Variablen – enthalten sein.

✍ ÜBUNG: *Mitglieder Minimaler Theorien*

✍ ÜBUNG: *Geschichten und Minimale Theorien*

✍ ÜBUNG: *Simulationen und Minimale Theorien*

3.4 LÖSUNG DES HOOTERS-PROBLEMS

Die Lösung des Hooters-Problems ist damit aufgegleist. Wir beginnen unsere Darstellung dieser Lösung mit einem erneuten Blick auf den Graphen, der den kausalen Zusammenhang der Manchester Factory Hooters darstellt (vgl. Abbildung V.2). Das Hooters-Problem besteht darin, dass eine Analyse dieses Kausalzusammenhanges auf der Grundlage von NSB neben den eigentlichen Kausalfaktoren BH_L, Y_L, BH_M sowie Y_M für beide Wirkungen (L_L und L_M) noch je zwei weitere Faktorenbündel ($\overline{Y_M}L_M H_L$ und $\overline{Y_L}L_L H_M$) kausal interpretieren muss – und dies, obwohl faktisch weder $\overline{Y_M}L_M H_L$ noch $\overline{Y_L}L_L H_M$ am Entstehen von L_L bzw. L_M kausal beteiligt sind.

Die Frage, die es nun zu beantworten gilt, ist: Müssen $\overline{Y_M}L_M H_L$ und $\overline{Y_L}L_L H_M$ auch vor dem Hintergrund von MT kausal interpretiert werden? Um dies zu entscheiden, stellen wir diejenigen Faktoren, die als Ursachen des Wirkungstyps L_L in Frage kommen, in einer Prüftabelle zusammen. Die Beschränkung der Analyse auf L_L erfolgt nur aus Platzgründen. Für L_M liesse sich ohne weiteres eine analoge Prüftabelle erstellen.

NSB ermittelt für L_L drei Bündel von Wurzelfaktoren, und zwar BH_L, Y_L und $\overline{Y_M}L_M H_L$. Entscheidend für die Lösung des Hooters-Problems ist gemäss MT nun

Situation	$\overline{Y_M}L_M H_L$	BH_L	Y_L	L_L	tritt auf
S_1	1	1	1	1	1
S_2	0	1	1	1	1
S_3	1	1	0	1	1
S_4	1	0	1	1	0
S_5	1	0	0	0	0
S_6	0	1	0	1	1
S_7	0	0	1	1	1
S_8	0	0	0	0	1

Tab. V.3: Erweiterte Prüftabelle für den Wirkungstyp L_L.

die Frage, ob diese drei minimal hinreichenden Bedingungen je auch Teil einer *minimal notwendigen* Bedingung von L_L sind. Es gilt also zu prüfen, ob nicht schon eine Disjunktion bestehend aus zwei jener Bedingungen notwendig ist für L_L, d.h., ob es tatsächlich Situationen gibt, in denen je eines der drei angeblichen Bündel von Wurzelfaktoren *alleine* hinreichend ist für das Stattfinden eines Ereignisses vom Typ L_L. Die Prüftabelle V.3 stellt zu diesem Zweck die von NSB eruierten Bündel von Wurzelfaktoren $\overline{Y_M}L_MH_L$, BH_L und Y_L sowie den Wirkungstyp L_L zusammen und variiert die mutmasslichen Wurzelfaktoren systematisch durch.

Was an dieser Prüftabelle natürlich sofort auffällt, sind die beiden mittleren Zeilen. Wir gehen mit NSB von drei Bündeln von Wurzelfaktoren aus und stellen fest, dass von den 2^3 logisch möglichen Kombinationen instantiierter und nicht instantiierter Wurzelfaktoren nur deren 6 tatsächlich auftreten. Es gelingt nicht, S_4 und S_5 herbeizuführen. Immer wenn nämlich das Faktorenbündel $\overline{Y_M}L_MH_L$ instantiiert ist, findet auch eine Instanz von BH_L statt. Es kann nicht sein, dass $\overline{Y_M}L_MH_L$, nicht aber BH_L instantiiert ist. Denn eine Instanz von $\overline{Y_M}L_M$[25] garantiert der Konstruktion des Hooters-Beispiels zufolge, dass B und damit in Kombination mit dem ebenfalls gegebenen H_L auch BH_L instantiiert ist.

Andererseits ist aus obiger Tabelle ebenfalls ersichtlich, dass BH_L und Y_L in gewissen Situationen für sich alleine hinreichend sind für L_L. Als Beispiel für eine Situation vom Typ S_6 könnte man sich etwa vorstellen, dass die Arbeiter in London ihren Arbeitsplatz verlassen (L_L), weil es fünf Uhr ist und die Londoner Sirenen heulen (BH_L), in London weder ein Feuer, Streik oder Ähnliches stattfinden ($\overline{Y_L}$) und die Fabriksirenen in Manchester nicht heulen ($\overline{H_M}$). In einer derartigen Konstellation ist entweder Y_M instantiiert, so dass die Arbeiter in Manchester nach Hause gehen, oder $\overline{Y_M}$ ist instantiiert, so dass die Arbeiter in Manchester, obwohl es fünf Uhr ist, weiterfahren zu arbeiten. In beiden Fällen ist ein Konjunkt von $\overline{Y_M}L_MH_L$ und damit das ganze Faktorenbündel nicht instantiiert. Nichtsdestotrotz gehen aber die Londoner Arbeiter nach Hause.

In jeder Situation, in der $\overline{Y_M}L_MH_L$ und L_L instantiiert sind, findet sich zusätzlich eine Instanz von BH_L oder Y_L. $\overline{Y_M}L_MH_L$ ist damit nie alleine in Verbindung mit L_L instantiiert und folglich nicht Teil einer minimal notwendigen Bedingung der Arbeitsniederlegung der Arbeiter in London. $\overline{Y_M}L_MH_L$ ist redundant, nicht Mitglied der Minimalen Theorie von L_L und dementsprechend nach MT nicht kausal relevant für L_L. Das Hooters-Problem ist damit gelöst!

✍ ÜBUNG: *Lösung des Hooters-Problems*

3.5 RICHTUNG DER KAUSALITÄT

Nicht nur das Fehlen einer Lösung für das Problem der Manchester Factory Hooters hat Mackie schliesslich zur Aufgabe des Versuchs bewogen, kausale

[25] $\overline{Y_M}L_M$ entspricht den beiden ersten Konjunkten von $\overline{Y_M}L_MH_L$.

Relevanz mit Hilfe von NSB zu definieren. Er hielt NSB – oder genauer, dessen logische Wiedergabe (1a - 1d) – noch in einer zweiten Hinsicht für unzulänglich.

Das Verhältnis zwischen Ursache und Wirkung wird gemeinhin als *asymmetrisch* aufgefasst. Ursachen stehen in einer anderen Relation zu Wirkungen als letztere zu ersteren. Sie führen Wirkungen herbei, wohingegen Wirkungen nicht für das Auftreten ihrer Ursachen verantwortlich sind. Aus „A ist kausal relevant für B“ folgt nicht „B ist kausal relevant für A“. Mackie definiert aber kausale Relevanz mitunter auf der Basis eines Doppelkonditionals mit den Ursachen im Antezedens und der Wirkung im Konsequens. Antezedens und Konsequens eines Doppelkonditionals stehen in einem symmetrischen Verhältnis zueinander. Immer wenn das Antezedens gegeben ist, findet auch mindestens eine Instanz des Konsequens statt, und *umgekehrt*, immer wenn das Konsequens instantiiert ist, tritt auch mindestens eine Instanz des Antezedens auf. Definiert man also kausale Relevanz mit Hilfe eines Doppelkonditionals, scheint man auf den ersten Blick gezwungen, das Verhältnis zwischen Ursache und Wirkung als symmetrisch aufzufassen. Mackie wollte diese Konsequenz von NSB nicht akzeptieren und gab diesen kausaltheoretischen Ansatz folglich nicht nur anlässlich des Hooters-Problems, sondern auch aufgrund des Unvermögens von NSB auf, die Asymmetrie zwischen Ursache und Wirkung korrekt abzubilden.[26]

Auch MT stützt seine Analyse kausaler Relevanz im Wesentlichen auf ein Doppelkonditional. Gleichzeitig sind wir ebenso wie Mackie nicht bereit, die Asymmetrie der Kausalrelation aufzugeben. Wir müssen nach der Lösung des Hooters-Problems deshalb an dieser Stelle auch noch einen Weg finden, die zweite Schwierigkeit, mit der Mackie NSB behaftet sah, zu lösen. Kausale Relevanz soll einerseits anhand von MT definiert und andererseits die Kausalrelation als asymmetrisch ausgewiesen werden. MT stellt erst dann einen Fortschritt gegenüber NSB dar, wenn auch die Lösung dieses zweiten Problems gelingt.

Manche Theorien der Kausalität komplettieren ihre wie auch immer geartete Analyse der Kausalrelation, um der Asymmetrie zwischen Ursache und Wirkung gerecht zu werden, mit einer Bedingung dahingehend, dass Ursachen *zeitlich vor* Wirkungen stattfinden.[27] Dieser definitorischen Strategie zufolge könnte man NSB und MT präzisieren, indem man die kausale Relevanz eines Faktors A für einen Faktor B nicht nur abhängig macht von der Erfüllung der in NSB oder MT festgelegten Bedingungen durch A, sondern darüber hinaus auch verlangt, dass A zeitlich vor B instantiiert sei.

Doch Hans Reichenbach hat überzeugend dafür plädiert, die Zeitrichtung mit Hilfe der Kausalrelation zu bestimmen und nicht umgekehrt die Kausalrelation mit

[26] Vgl. Mackie (1974), Kapitel 7.

[27] Prominentester Vertreter dieser kausaltheoretischen Stossrichtung ist Hume (vgl. Hume (1999 (1748)), S. 143ff.). Auch im Rahmen des im nächsten Kapitel vorzustellenden Ansatzes von Suppes (vgl. Suppes (1970)) wird die Richtung der Kausalität mit Hilfe der Zeitrichtung analysiert.

Hilfe der Zeitrichtung.[28] Viele Prozesse sind nur aufgrund ihrer kausalen Strukturierung zeitlich orientierbar, während eine blosse Abfolge von Wahrnehmungseindrücken vielfach keine Rückschlüsse auf die zeitliche Orientierung des wahrgenommenen Prozesses zulässt.[29] Zur Veranschaulichung stelle man sich etwa einen Film vor, der den offen gelegten Mechanismus einer Uhr zeigt: Zahnräder greifen ineinander, beginnen zu drehen und stehen nach einer Weile wieder still. Einmal werde der Film in der einen, einmal in der anderen Richtung abgespielt. Ein Zuschauer, der nichts über die kausale Strukturierung des betreffenden Mechanismus weiss, ist in diesem Fall nicht in der Lage zu entscheiden, welche Abspielrichtung das bei der Aufnahme des Films zuerst aufgenommene Bild als Erstes und welche Abspielrichtung dieses Bild als Letztes zeigt. Wer hingegen die kausalen Prozesse, die dem Mechanismus unterliegen, kennt, kann den auf Film aufgenommen Vorgang ohne weiteres zeitlich orientieren. Akzeptiert man mit Reichenbach den im Vergleich zur Zeitrichtung grundlegenderen Charakter der Kausalitätsrichtung, darf eine Relation wie „... zeitlich vor ...“ um der Vermeidung von Zirkularität willen im Definiens kausaler Relevanz natürlich nicht auftreten.

Wir wollen nun zeigen, dass solche temporalen und deshalb von einem an Reichenbach orientierten Standpunkt aus unbefriedigende Ergänzungen von NSB bzw. MT nicht nötig sind, um der Asymmetrie zwischen Ursachen und Wirkungen Rechnung zu tragen. Eine Minimale Theorie der Form

$$(AX_1 \vee Y) \Rightarrow B$$

ist, obwohl um ein Doppelkonditional zentriert, bezüglich des Verhältnisses zwischen zwei Ereignistypen wie A und B keineswegs symmetrisch. Eine Minimale Theorie drückt keine *eins*-zu-eins, sondern eine *viele*-zu-eins Abhängigkeit zwischen Antezedens und Konsequens aus. Viele alternative Ursachen können dieselbe Wirkung herbeiführen. Die Anwesenheit einer Ursache bzw. eines Bündels von Ursachen determiniert eindeutig die Realisation einer Instanz der Wirkung. Umgekehrt determiniert das Eintreten der Wirkung jedoch nicht eindeutig die Anwesenheit einer bestimmten Ursache. Ist eine Ursache gegeben, kann mit Bestimmtheit auf die Anwesenheit der Wirkung geschlossen werden, umgekehrt aber nicht. Weiss man um das Auftreten einer Wirkung, kann nicht ohne zusätzliche experimentelle Anstrengung eruiert werden, welcher Ereignistyp aus der Minimalen Theorie in dem betreffenden Fall zur Wirkung geführt hat.

Die doppelkonditionale Form einer Minimalen Theorie konstituiert, obwohl symmetrisch zwischen Antezedens *als Ganzem* und Konsequens, eine Asymmetrie

[28] Vgl. Reichenbach (1956). In dieselbe Richtung argumentieren viele andere Autoren (vgl. z.B. Mellor (1981), Kap. 9, oder Papineau (1985), S. 273-274).

[29] Insbesondere Mellor (1981) vertritt die These, dass überhaupt jeder Schluss von Wahrnehmungsfolgen auf die zeitliche Orientierung der wahrgenommenen Vorgänge kausales Wissen und damit Klarheit über die Kausalrelation voraussetze – dies weil menschliche Wahrnehmungsleistungen nichts anderes seien als komplexe kausale Prozesse.

zwischen *einzelnen* Ursachentypen und ihren Wirkungstypen. Wird eine Ursache beobachtet, kann auf eine *bestimmte* Wirkung geschlossen werden. Angesichts einer Wirkung ist demgegenüber ein Schluss auf eine *bestimmte* Ursache *nicht* möglich. Diese Asymmetrie entspricht der Richtung der Determination.[30]

Die Vorteile einer Bestimmung der Richtung der Kausalität über die Richtung der Determination liegen auf der Hand. Neben dem Verbleib bei einer streng regularitätstheoretischen Analyse der Kausalrelation stützt eine derart definierte Kausalitätsrichtung auch Reichenbachs Zeitbegriff. Ferner legt diese – im Gegensatz etwa zur Humeschen – Analyse der Kausalitätsrichtung nicht apriori fest, dass Ursachen stets zeitlich vor ihren Wirkungen stattfinden. Damit wird gleichzeitiges Auftreten von Ursachen und Wirkungen nicht aufgrund von blossen begrifflichen Überlegungen ausgeschlossen – sogar die Möglichkeit von zeitlicher Rückwärtsverursachung bleibt gewahrt.

Aus dieser Analyse der Asymmetrie der Kausalrelation ergibt sich die folgende wichtige Konsequenz: Ein Faktorenbündel AX, das alleine hinreichend und notwendig für einen anderen Ereignistyp B ist, kann nicht als dessen Ursache identifiziert werden. Man würde in einem solchen Fall lediglich ein perfekt korreliertes Auftreten bzw. Ausbleiben von AX und B feststellen, ohne eines der beiden Korrelate als Ursache des anderen ausweisen zu können. Um der Ursache-Wirkungsbeziehung eine Richtung zu geben, werden für jede Wirkung mindestens zwei alternative, voneinander unabhängige Ursachen benötigt.[31]

Erläuterung V.1
Ein Faktorenbündel AX, das alleine hinreichend und notwendig für einen anderen Ereignistyp B ist, kann nicht als dessen Ursache identifiziert werden.

✍ ÜBUNG: *Richtung der Kausalität*

[30] Zahlreiche Autoren haben – z.T. vor ganz anderem theoretischem Hintergrund – ähnliche Vorschläge zur Analyse der Asymmetrie des Ursache-Wirkungsverhältnisses gemacht (vgl. z.B. Papineau (1989), S. 334ff., oder Hausman (1986) und Hausman (1998)).

[31] Vgl. Hausman (1998), S. 64.