E I N E T H E O R I E
D E R K A U S A L I T Ä T

Wolfgang Spohn

Habilitationsschrift
eingereicht
bei der Fakultät für Philosophie,
Wissenschaftstheorie und Statistik
der Ludwig-Maximilians-Universität
in München
im Oktober 1983

Konstanzer Online-Publikations-System (KOPS)
URL: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:352-135451

INHALTSVERZEICHNIS

Vorbemerkung 4

TEIL I: PRÄLIMINARIEN 7

1 Aspekte der Kausalität. Ein Problemüberblick 9

2 Einige Explikationen des Ursachenbegriffs 31

2.1 *Die klassische Regularitätstheorie* 32
2.2 *Die verbesserte Regularitätstheorie* 36
2.3 *Der kontrafaktische Ansatz* 43
2.4 *Das probabilistische Paradigma* 53

3 Eine Sammlung möglicher Kausalverhältnisse 61

3.1 *Die wichtigsten Fälle* 64
3.2 *Außerkraftsetzungen und Relais-Funktionen* 78
3.3 *Noch mehr Fälle: Seltsames und Zweischneidiges* 88
3.4 *Zusammenfassung* 93

TEIL II: DIE THEORIE 103

4 Prozeßräume: die Gegenstände von Ursachenaussagen 105

4.1 *Prozeßräume: der mathematische Apparat* 106
4.2 *Mögliche Verläufe und mögliche Welten* 115
4.3 *Sachverhalte und Propositionen* 122
4.4 *Sachverhalte und Ereignisse* 134

5 Prozeßgesetze: zur Theorie des Konditionals 143

5.1 *Wahrscheinlichkeitsmaße und ihre Konditionalisierungen* 144
5.2 *Zur Standardtheorie des Konditionals* 151
5.3 *Eine verbesserte Grundlage für die Theorie des Konditionals* 170
5.4 *Popper-Maße und ihre Repräsentation* 190

6 Kausalität in deterministischen und probabilistischen Prozessen .. 205

6.1 *Gründe und direkte Ursachen* 207
6.2 *Wann direkte Ursachen Gründe sind* 223
6.3 *Warum der Ursachenbegriff und das Kausalprinzip wichtig sind* . 230
6.4 *Über indirekte Ursachen und kausale Abhängigkeit* 238
6.5 *Über Naturgesetze und die realistische Interpretation von OKFs* 245

Literaturverzeichnis 255

VORBEMERKUNG

Seit dem Entstehen der modernen Naturwissenschaft haben sich Philosophie und Wissenschaft mit größerer Hingabe als je zuvor des Gegenstands Kausalität angenommen. Freilich war man diesem Thema eher in Haßliebe verbunden; schon oft hoffte man, es erledigt und so seine geistige Ruhe wiedergefunden zu haben. So zählt die Philosophie diverse Lösungen oder Auflösungen der Kausalitätsproblematik. Für viele, die der kruden Gleichung „kausal = deterministisch" anhingen, brach mit der Quantenmechanik, wenngleich unter Geburtswehen, einfach das akausale Zeitalter an. Andere suchten ihren Vorteil in der Ersetzung von Kausalität durch Funktionalität. Und wieder andere hofften, den Geltungsanspruch der Kausalität kraft teleologischen Denkens kupieren zu können. Nichtsdestotrotz ist festzustellen, daß sich dieser Gegenstand bester Gesundheit, ja nachgerade verwirrender Lebendigkeit erfreut. Für die Philosophie ist er brisant wie eh und je und für die Wissenschaften nicht minder aktuell. Er füllt nach wie vor Zeitschriften und Monographien und hat sich, quecksilbrig wie er ist, noch nicht in einheitlicher, allgemein akzeptierter Weise disziplinieren lassen, auch wenn die Versuche dazu ohne Frage viele Teilerfolge aufweisen können.

Hier wird ein weiterer solcher Versuch vorgelegt. Sein Hauptziel wird durch den Titel genau bezeichnet: es geht um eine Theorie der Kausalität, und deren Kern soll in einer präzisen Explikation kausaler Begrifflichkeit bestehen. Wie unschwer zu erkennen sein wird, ist der Versuch im Rahmen der analytischen Philosophie angesiedelt, und die Verwendung formaler Methoden ist für ihn schließlich unumgänglich. Worauf das alles inhaltlich hinauslaufen soll, ist damit freilich kaum umrissen; aus dem Stand heraus läßt es sich auch schwer erläutern. Daher seien dem Leser jetzt nur einige orientierende Bemerkungen an die Hand gegeben; mit ihnen und den vielen orientierenden Bemerkungen in den einzelnen Kapiteln wird er hoffentlich keine große Mühe haben, sich in dem Text zurechtzufinden.

Die hier vorgeschlagene Theorie wird erst im zweiten Teil der Arbeit entwickelt. Der erste Teil dient eher der Einführung und Vorbereitung; was in ihm abgehandelt ist, leitet jedoch seinen Wert nicht allein von diesem Zwecke her und ist

daher breiter und gründlicher ausgefallen, als es zur Vorbereitung des zweiten Teils nötig gewesen wäre. Genauer: Das erste Kapitel fängt am Anfang an; es zählt erst einmal die wichtigsten Probleme auf, die wir mit dem Gegenstand Kausalität haben. So vermessen, diese Probleme später alle behandeln zu wollen, ist diese Arbeit nicht; doch bietet die Aufzählung Gelegenheit zu sagen, welche Probleme wo aufgegriffen werden sollen. Das zweite Kapitel liefert einen kurzen elementaren Abriß derjenigen Kausalitätsauffassungen, die der hier entwickelten Theorie am nächsten stehen. Im letzten Kapitel des ersten Teils liste ich dann eine Menge konkreter Fälle auf, bei denen unsere intuitiven Urteile über die in ihnen bestehenden Kausalverhältnisse, wie ich annehme, im wesentlichen eindeutig und übereinstimmend sind, die jedoch lehrreiche und charakteristische Schwierigkeiten für eine Kausalitätsanalyse deutlich machen; damit wird gleichzeitig greifbarer, was es alles bei einer Explikation kausaler Begriffe zu tun gibt.

Wie gesagt, widmet sich dann erst der zweite Teil unmittelbar der zu entwickelnden Kausalitätstheorie. Doch auch hier ist es erst das sechste Kapitel, welches Explikationen und Theoreme für kausale Begriffe formuliert; im vierten und fünften Kapitel werden nur die geeigneten Grundlagen dafür erarbeitet. So gehe ich im vierten Kapitel der Frage nach, welcher Art überhaupt die Gegenstände sind, die in kausalen Beziehungen zueinander stehen; ich unterscheide dabei drei Arten von Gegenständen, die nicht immer sauber auseinandergehalten werden – nämlich Sachverhalte, Propositionen und Ereignisse –, und begründe, daß es die erstgenannten sind, die Ursachen und Wirkungen sein können. Im zentralen fünften Kapitel erarbeite ich diejenigen Begriffe, relativ zu denen dann kausale Begriffe expliziert werden und auf denen also die Theorie des sechsten Kapitels aufbaut.

Es sind gerade zwei Gedanken in diesem zweiten Teil, die mir – so viel Selbstkommentierung will ich mir gestatten – gegenüber der bisherigen Kausalitätsdiskussion einen Fortschritt zu bringen scheinen. Der erste Gedanke findet sich im Abschnitt 5.3 und besteht in der Einführung sogenannter ordinaler Konditionalfunktionen (OKFs). Diese liefern die Grundlagen für eine Theorie des Konditionals, d.h. des Wenn-Dann, bzw. für eine Theorie der Überzeugungsänderung (ersteres ist die semantische und zweiteres die psychologische Seite ein und derselben Sache); wie zentral beides nicht nur für das Thema Kausalität ist, braucht dabei jetzt nicht ausgeführt zu werden. Natürlich gab es dafür auch bisher schon Grundlagen; diese werden jedoch durch die OKFs verbessert, wie ich in Kapitel 5

zu begründen versuche. Der zweite Gedanke, der sich ohne den ersten nicht hätte sauber ausführen lassen, findet sich in Abschnitt 6.1 und besteht in der gleichzeitigen und parallelen Explikation sowohl des zentralen erkenntnistheoretischen Begriffs des Gründe-Habens wie des ersten kausalen Begriffs, dem der direkten Ursache. Die erkenntnistheoretischen Bezüge der Kausalitätsproblematik ergeben sich dadurch fast automatisch – in präziser und, wenn richtig formuliert, sogar beweisbarer Form.

In der Tat schien mir, zumindest in meinen optimistischeren Augenblicken, die Entwicklung einer Kausalitätstheorie nach diesen zwei Grundgedanken großenteils eher eine Fleißarbeit zu sein. Es ist allerdings einzuräumen, daß diese Fleißarbeit, wenn es denn nur eine solche ist, im Kapitel 6 derzeit nur recht unvollständig geleistet ist. Auch findet sich im Text so manche Ankündigung, die noch nicht wirklich eingelöst ist. Doch hoffe ich, daß das Kapitel 6 auch schon in seinem jetzigen Zustand dem Leser meinen Optimismus nicht unbegründet erscheinen läßt.

TEIL I

PRÄLIMINARIEN

KAPITEL 1

ASPEKTE DER KAUSALITÄT. EIN PROBLEMÜBERBLICK

Welche Fragen sind es, mit denen uns die Kausalität immer wieder herausfordert? Davon eine Bestandsaufnahme herzustellen, ist nützlich, vermeidet eine vorzeitige Blickverengung – sofern sie nicht lückenhaft ist – und soll daher Aufgabe dieses Kapitels sein. Damit ist freilich nicht die Absicht verknüpft, später alle genannten Problemgebiete zu behandeln; doch werde ich jeweils anmerken, wo ich auf welche Problemgebiete eingehen will. Auch sollen hier nur die Probleme selbst aufgezählt werden; begründete Meinungen zu ihnen auszubreiten, würde viel zu weit führen. Daher ist hier nicht der Platz für eigene Stellungnahmen, auch wenn ich einige Fußnoten dazu nicht unterdrückt habe. Die Bestandsaufnahme soll aber im wesentlichen vollständig sein; ich habe sie in achtzehn Punkte eingeteilt.

(1) Die in der Vorbemerkung festgestellte Lebendigkeit kausaler Begrifflichkeit ist ein nur zu offenkundiger Tatbestand. Die Umgangssprache ist von kausalen Wendungen tief durchdrungen, und den Wissenschaften geht es trotz gelegentlichen heftigen Sträubens nicht anders. Ja, es scheint, als sei mit Erfahrungswirklichkeit befaßtes Denken fast unweigerlich sogleich kausales Denken. Nun kann man die offenbare Fundamentalität kausaler Terminologie, oder auch bloß ihre Verbreitetheit, schulterzuckend als schiere Gegebenheit hinnehmen. Philosophisch befriedigend ist das allerdings nicht. Man sollte doch annehmen, daß diese Fundamentalität einen tieferen Grund hat. Damit haben wir unser erstes Problem: *Warum sind* – wie es scheint – *kausale Begriffe für unsere Erfassung empirischer Wirklichkeit eigentlich so grundlegend?*

Zwei mögliche Antworten seien nur kurz angedeutet: Für Hume bestand ein wesentlicher Teil menschlichen Denkens in der Assoziation oder Verknüpfung von Vorstellungen; von den insgesamt nur drei Formen der Verknüpfung, die er unterschied, ist eine dabei gerade die von Ursache und Wirkung. Bedenkt man

noch, daß für Hume die kausale Beziehung zwischen zwei Gegenständen im wesentlichen gerade darin besteht, daß ihre Vorstellungen auf diese Weise im Denken verknüpft sind, so ergibt sich die zentrale erkenntnistheoretische Stellung des Ursachenbegriffs bei Hume von selbst.[1] Bei Kant wird das noch deutlicher, da er dieses Verknüpfen von Ursache und Wirkung, welches bei Hume passivisch durch gewohnheitsmäßige Verfestigung zustande kommt, zur aktiven logischen Funktion des Verstandes erhebt; damit wird die Kausalität für Kant zu einem der wenigen „reinen Verstandesbegriffe".[2]

Freilich ist diese erste Frage bestimmt nicht die als erste zu beantwortende, auch wenn sie in gewisser Hinsicht vielleicht die wichtigste und interessanteste ist, da eine gescheite Antwort darauf uns überhaupt erst einmal einsichtig macht, wieso wir uns mit der Kausalitätsproblematik immer wieder auseinanderzusetzen haben. Im Gefolge unserer Explikationen im Abschnitt 6.1 wird sich im Abschnitt 6.3 eine einfache, aber vermutlich unvollständige Antwort dazu ergeben.

(2) Als die fundamentalste, mit kausalen Begriffen formulierte Aussage gilt das *Kausalprinzip*, welches in etwa besagt, daß jedes Ereignis eine Ursache habe; und eines der klassischen Kausalitätsprobleme ist daher, welche Bewandtnis es mit dem Kausalprinzip habe. Diese Frage gleicht der vorigen; ging es dort um die Wichtigkeit kausaler Begriffe, so geht es hier um die Wichtigkeit der zentralen Kausalaussage.

Genauer gesagt, gilt die Frage hier dem Status des Kausalprinzips, Erweist es sich bei schärferer Analyse als eine leere oder triviale Aussage, die logisch oder analytisch wahr ist?[3] Oder ist es einfach eine empirische Behauptung, nicht aufregender und von nicht wesentlich anderer Art als die vielen Verallgemeinerungen der empirischen Wissenschaften, so daß es das zu gewärtigende Schicksal empirischer Hypothesen – nämlich ad acta gelegt zu werden – erleiden kann[4] und aufgrund des indeterministischen Charakters der modernen Physik vielleicht schon erlitten hat? Oder liegt die Wahrheit irgendwo dazwischen? Kant wies ihm den besonderen Status eines synthetischen Apriori zu, welches empirische Erkenntnis

---

[1] Vgl. etwa Hume (1777), III. und VII. Abschnitt.

[2] Vgl. Kant (1781), A70–83.

[3] Für Davidson z.B. ist das Kausalprinzip, zumindest in einer abgeschwächten Fassung, logisch wahr. Wenn man nämlich, wie er in (1969), ein Ereignis mit der Menge seiner Ursachen und Wirkungen gleichsetzt, so folgt daraus, daß jedes Ereignis, bis auf höchstens eines, eine Ursache *oder* eine Wirkung hat.

[4] So äußert sich z.B. Schlick (1925), S. 373ff.

erst ermöglicht.[1] Vielleicht ist es auch wenigstens insofern nicht platt empirisch, als es ein in allen empirischen Wissenschaften – nicht nur in der Physik – tief eingelassenes, konkurrenzloses Prinzip ist, welches in ihnen relative Immunität genießt und nur von einem geeigneten Rivalen, wenn man ihn hat, in einer veritablen Revolution gestürzt werden könnte; sein Status wäre dann dem früheren Status der euklidischen Geometrie vergleichbar, die unlängst noch unsere einzige, alternativlose Theorie über den physikalischen Raum war und daher von allen irgendwie mit dem Raum befaßten Wissenschaften wie selbstverständlich akzeptiert werden mußte.[2] Oder es könnte sonstwie eine grundlegende Voraussetzung jeder empirischen Wissenschaft sein; etwa in dem Sinne, daß der Forscher ans Kausalprinzip glauben müsse, um eine – sachgemäße – Motivation für sein mühseliges Geschäft zu haben[3], oder in dem Sinne, daß das Kausalprinzip vielmehr als eine grundlegende Maxime aufzufassen sei, wonach der Forscher in seiner Suche nach Ursachen und Naturgesetzen nie verzagen solle.[4] All das sind zumindest prima facie mögliche Einordnungen des Kausalprinzips. Innerhalb unseres Rahmens werden wir im Abschnitt 6.3 einige Einsichten über die Bedeutung des Kausalprinzips erlangen.

Es ist noch eine terminologische Bemerkung nachzuschieben: Den Ausdruck „Kausalprinzip“ werde ich hier und im weiteren ausschließlich als Namen für die Aussage, daß jedes Ereignis eine Ursache habe, oder ihre Präzisierungen verwenden. Davon zu unterscheiden ist der Begriff des Kausalgesetzes. Ein Kausalgesetz zu sein, ist eine Eigenschaft von vielen Aussagen, und zwar gerade von gesetzesartigen, generellen Kausalaussagen wie etwa „jede Erwärmung eines Körpers bewirkt seine Ausdehnung“. Der Ausdruck „das Kausalgesetz“, der anderswo zuweilen für das Kausalprinzip steht und dann leicht Verwirrung heraufbeschwört, ist gemäß dieser Festlegung gar nicht sinnvoll und wird demnach hier nicht verwandt werden.[5]

---

[1] Vgl. Kant (1781), B232ff.

[2] Dem Kausalprinzip käme demnach das zu, was Quine (1951) als hohe Zentralität, was Putnam (1962) als *relative* Apriorizität oder was Stegmüller (1983), S. 457, als Quasi-Analytizität bezeichnet.

[3] Vgl. Reichenbach (1951), S. 132f., Pap (1955), S. 138f., und Stegmüller (1983), S. 548f., die übereinstimmend meinen, daß der Forscher nur nicht vom Gegenteil überzeugt sein dürfe.

[4] So versteht Popper (1959), S. 33 und S. 195f., das Kausalprinzip, und in dieser Form hält er es für berechtigt. Nagel (1961), S. 316-324, äußert sich ähnlich und sieht in der Befolgung dieser Maxime ein Charakteristikum dessen, was theoretische Wissenschaft heißt.

[5] Ich übernehme damit die Regelung von Stegmüller (1983), S. 503f.

Natürlich gleichen (1) und (2) nicht nur einander, sie hängen auch eng miteinander zusammen. Wenn das Kausalprinzip die grundlegende Bedeutung hat, die etwa Kant ihm zumaß, dann ist die Fundamentalität kausaler Begriffe nicht weiter verwunderlich. Und wenn umgekehrt kausale Begriffe so wesentlich sind, wie es scheint, dann müßten sich mit ihnen, sollte man denken, nicht nur lauter Trivialitäten und Zufälligkeiten ausdrücken lassen.

Über der Faszination der Punkte (1) und (2) darf man jedoch nicht vergessen, daß, was immer sich Vernünftiges zu ihnen sagen läßt, erst am Ende eines sorgfältigen Klärungprozesses stehen kann. Denn bevor man der Wichtigkeit irgendwelcher Begriffe nachgrübelt, muß man natürlich eine genaue Vorstellung von dem haben, was da so wichtig sein soll; und den Status des Kausalprinzips kann man vernünftigerweise erst dann ausmachen, wenn man genau sagen kann, was es überhaupt heißen soll. Mit dieser für (1) und (2) notwendigen Vorbereitung und auch für sich wertvollen, im Wesentlichen explikativen Arbeit befassen sich die nächsten fünf Problempunkte.

(3) Der Anfang ist vermeintlich banal, in Wahrheit jedoch denkbar knifflig: Wenn man solche Aussagen wie, etwas sei ursächlich für etwas anderes, genauer analysieren und explizieren will, so muß der allererste Schritt sein, sich Klarheit darüber zu verschaffen, welcher Art denn diese Etwasse sind. Also: *Welcher Art sind die Gegenstände von Kausalaussagen*? Üblicherweise sagt man, Ereignisse verursachten einander; aber ebensogut könnte man sagen, es seien Sachverhalte oder Tatsachen – wie in dem Beispiel „daß die Gebühren schon wieder erhöht wurden, machte ihn wütend“. Die häufig anzutreffenden Substantivierungen machen da meist gar keinen Unterschied; so kann man zum Beispiel „die neuerliche Gebührenerhöhung machte ihn wütend“ sowohl in der gerade genannten Weise, als auch als „wie die Gebühren schon wieder erhöht wurden, machte ihn wütend“ lesen. Die Umgangssprache ist hier wohl nicht besonders sorgfältig. Die Philosophen dafür umso mehr. Sie haben hier zumindest den folgenden scharfen Unterschied geortet: *Sachverhalte* sind für sie Dinge, die typischerweise durch Daß-Sätze dargestellt werden; dabei ist für einen Sachverhalt nur wesentlich, was im Daß-Satz ausgesagt ist; für sein Vorliegen irrelevant ist hingegen die Art und Weise, in der er sich realisieren mag. Dementsprechend sind zwei Sachverhalte gerade dann miteinander identisch, wenn die sie darstellenden Daß-Sätze in bestimmter Weise äquivalent, d.h. – wie man’s üblicherweise spezifiziert – gleichbedeutend sind. Das ist vage und problembeladen, aber hinreichend klar, um da-

von *Ereignisse* im philosophischen Sinn zu unterscheiden. Letztere lassen sich normalerweise nicht vollständig beschreiben, sondern nur sprachlich kennzeichnen – typischerweise durch Wie-Sätze, was bedeutet, daß für ein Ereignis die gesamte Art und Weise, wie es sich realisiert, wesentlich ist, auch wenn diese im Wie-Satz nicht vollständig beschrieben ist. Dementsprechend sind die Identitätskriterien für Ereignisse nicht sprachlicher Natur, vielmehr werden Ereignisse am besten durch ihre raum-zeitlichen Grenzen individuiert. Dies ist wiederum vage, insbesondere werden die raum-zeitlichen Grenzen von Ereignissen von ihren sprachlichen Kennzeichnungen notorisch unklar gelassen. Dennoch sind Sachverhalte und Ereignisse in diesem Sinne klar verschiedene Dinge, so daß sich die Frage stellt: Haben Ursachenaussagen Sachverhalte – bzw. Tatsachen, d.h. wahre Sachverhalte – oder Ereignisse oder gar beides zum Gegenstand? Oder gibt es womöglich gemischte Ursachenaussagen etwa der Art, daß ein Ereignis einen Sachverhalt verursache?[1]

Dazu gesellt sich gleich eine andere Frage: Sind die Gegenstände von Ursachenaussagen extensional oder nicht? In dieser vielleicht nicht ganz glücklichen Formulierung geht es darum, ob Ursachenaussagen in dem Sinne (referentiell) transparent sind, daß ihr Wahrheitswert davon unberührt bleibt, daß man in ihnen einen ein Individuum bezeichnenden Ausdruck durch einen koreferentiellen, d.h. dasselbe Individuum bezeichnenden Ausdruck ersetzt. Beispiel: Wenn Willy Brandt deswegen zurücktrat, weil er dem erfolgreichsten DDR-Spion geheime Unterlagen zu lesen gegeben hatte, trifft es dann auch zu, daß Willy Brandt deswegen zurücktrat, weil er seinem persönlichen Referenten geheime Unterlagen zu lesen gegeben hatte? Wie man's nimmt, mag man erwidern. Es muß also keine eindeutige Antwort auf diese zweite Frage geben; sie weist möglicherweise nur auf zwei verschiedene Lesarten von Ursachenaussagen hin.[2] Doch hängt sie mit der ersten Frage zusammen. Denn wenn Ursachenaussagen Ereignisse zum Gegenstand nehmen, so scheint ihre Transparenz gesichert, da für die sprachliche Kennzeichnung eines Ereignisses unerheblich ist, in welcher Weise sie sich auf die in das Ereignis verwickelten Dinge bezieht. Bei der sprachlichen Darstellung von Sachverhalten ist das anders – zumindest dann, wenn nur gleichbedeutende Sätze denselben Sachverhalt beschreiben. Ursachenaussagen über so verstandene

---

[1] Zu diesem Problem vgl. etwa Davidson (1967b), Vendler (1967), Kim (1971), Mackie (1974), Kap. 10, und Beauchamp, Rosenberg (1981), Kap. 7.

[2] Zu diesem Problem vgl. etwa Anscombe (1969) und wiederum Davidson (1967b), Mackie (1974), Kap. 10, und Beauchamp, Rosenberg (1981), Kap. 7.

Sachverhalte scheinen also nicht transparent zu sein. Gleichwohl fällt die zweite Frage nicht mit der ersten zusammen; die charakteristischen Unterschiede zwischen Sachverhalten und Ereignissen lagen ja obiger Erläuterung zufolge anderswo, und außerdem gibt es Möglichkeiten, Kausalaussagen über Sachverhalte auch transparent zu verstehen. Wir werden auf beide Fragen im Kapitel 4, insbesondere in den Abschnitten 4.3 und 4.4, ausführlich eingehen.

Eine dritte Frage findet hier auch noch ihren Platz. Die bisherigen Formulierungen haben vielleicht den Eindruck aufkommen lassen, als seien Kausalaussagen immer *partikulare* in dem Sinne, daß sie über einzelne, konkrete Ereignisse oder Tatsachen sprechen, die sich an einem bestimmten Zeitpunkt oder an einem bestimmten, nicht zu großen Zeitintervall festmachen lassen. Natürlich ist dem nicht so; wir kennen ja auch *generelle* Kausalaussagen wie „Feuer schafft Hitze“ oder „Rauchen führt zu Lungenkrebs“, in denen Typen von Ereignissen oder Sachverhalten kausal verknüpft werden. Angesichts der unstrittigen Sinnhaftigkeit beider Arten von Kausalaussagen kann sich hier nur die Frage nach dem Verhältnis zwischen ihnen stellen: Bilden partikulare Kausalaussagen den geeigneten Einstieg in die Analyse der Kausalität, und lassen sich generelle Kausalaussagen dann einfach als Allquantifizierungen partikularer Kausalaussagen auffassen? Oder fällt die Untersuchung genereller Kausalaussagen leichter, und ergeben sich aus ihnen partikulare Kausalaussagen einfach dadurch, daß man in ihnen die Ausdrücke für Ereignis- bzw. Sachverhaltstypen durch Ausdrücke für konkrete Ereignisse bzw. Sachverhalte des jeweiligen Typs ersetzt?

Regularitätstheoretische Kausalitätsanalysen, wie hier in den Abschnitten 2.1 und 2.2 skizziert, sehen sich in der Regel dazu gedrängt, den zweiten Weg zu beschreiten.[1] Kontrafaktischen Kausalitätsanalysen, wie hier im Abschnitt 2.3 geschildert, ist hingegen der erste Weg natürlich. Wir werden diese Frage hier nicht diskutieren, sondern unser Interesse ohne weitere Vorklärung den partikularen Kausalaussagen zuwenden.

(4) Entscheidend für ein Verständnis von Kausalität ist es, so etwas wie eine *Logik der Kausalaussagen* zu erarbeiten, Das meine ich hier nicht im rein formalen, sondern in einem ja auch gebräuchlichen laxen, aber umfassenderen Sinn. Das Ziel ist nicht direkt die Erstellung eines formalen Kalküls für den Ursachenbegriff nach dem Vorbild anderer philosophischer Logiken wie etwa der epistemischen Logik, denen dann doch wesentliche Aspekte der von ihnen behandelten

[1] Er wurde z.B. von Feigl (1953) sondiert; vgl. dazu auch Stegmüller (1983), Kap. VII, Abschn. 5.

Begriffe entgleiten. Vielmehr geht es hier, etwas vage, um die Explikation und theoretische Erfassung eines ganzen Begriffsfeldes (und letztlich auch, aber nicht vorrangig um dessen Kalkülisierung). Denn es ist ja nicht so, daß es da lediglich einen einheitlichen Ursachenbegriff zu explizieren gäbe; wir kennen viele verschiedene Kausalbeziehungen. Da gibt es direkte und indirekte Ursachen; ein Ereignis oder Sachverhalt kann von einem anderen kausal unabhängig sein oder auch nicht; die Philosophen haben angefangen, notwendige und hinreichende Ursachen und Teil- und Gesamtursachen zu unterscheiden; es gibt verschiedene Arten von Kausalketten und verschiedene Fälle kausaler Überbestimmung; es gibt Epiphänomene und Wechselwirkungen; ein Ereignis oder Sachverhalt kann von einem anderen vor den Auswirkungen eines dritten abgeschirmt werden; ob nicht abgeschirmte Ursachen dasselbe sind wie direkte, ist dann noch die Frage. Und so weiter.[1] Ferner können Kausalbeziehungen nicht nur zwischen den Dingen bestehen, die wir Ursachen und Wirkungen nennen, sondern auch zwischen so etwas wie Faktoren oder Variablen. Wenn wir sagen, der Öchslegrad des 84er-Jahrgangs hänge auch von der Sonnenscheinmenge im Jahre 1984 ab, so meinen wir damit normalerweise: Wie lange auch immer die Sonne 1984 scheint, es wird sich auf den Öchslegrad des 84er-Jahrgangs auswirken, wie immer dieser am Ende ist. Und dann verstehen wir das als Kausalaussage nicht über zwei Tatsachen – die tatsächliche Sonnenscheinmenge und den tatsächlichen Öchslegrad –, sondern über zwei Faktoren – die Sonnenscheinmenge, wie groß sie immer sei, und den Öchslegrad, wie hoch er immer sei. Auch Faktoren können nun füreinander kausal relevant sein, voneinander kausal unabhängig sein, zueinander in Wechselwirkung stehen, einander abschirmen und wieder so weiter.

All diese Begriffe gilt es zu explizieren, und zwar nicht jeden für sich, sondern so, daß die vielfältigen zwischen ihnen bestehenden Beziehungen erfaßt werden, daß, pauschal gesagt, unser gesamter argumentativer Vorgang mit ihnen seine Darstellung und Erklärung findet. Z.B. setzen wir häufig voraus, daß die Relation „... ist indirekte Ursache von ...“ transitiv ist, und eine Analyse sollte herausfinden, wann diese Voraussetzung zulässig ist; es sollte klarwerden, welche Art von Zusatzinformation eine anscheinend indirekte Ursache zu einer abgeschirmten degradiert; oder, um ein drittes Beispiel zu nennen, es sollte nachgezeichnet werden, wie wir von Kausalaussagen über gewisse Ereignisse oder Sachverhalte auf

[1] Das Kapitel 3 ist gerade dazu da, all das in intuitiver Weise etwas systematischer in den Griff zu bekommen.

entsprechende Kausalbeziehungen zwischen bestimmten Faktoren schließen. All das gehört zu dem, was ich Logik der Kausalaussagen nenne.

Diese Charakterisierung der hier ins Auge gefaßten Problematik ist zweifellos unscharf, ebenso wie ihre Abgrenzung gegenüber noch zu erwähnenden Kausalitätsproblemen, die den Zusammenhang zwischen Kausalität und anderen wichtigen Gegenständen oder Themen betreffen; damit geht einher, daß sich die verschiedenen Probleme natürlich nicht voneinander unabhängig behandeln lassen. Insbesondere gibt es sozusagen nach unten hin und nach oben hin jeweils eine Schwierigkeit.

Nach unten hin stellt sich die Frage, welche begrifflichen Mittel der Explikation des eben umrissenen Begriffsfeldes am besten zugrunde zu legen sind. Reichen die Mittel extensionaler Logik zur Explikation hin,[1] oder soll man sich in den Rahmen der Modallogik begeben?[2] Soll man die Explikation auf den Funktionsbegriff stützen[3] oder doch besser auf einen in bestimmter Weise spezifizierten Begriff der notwendigen bzw. der hinreichenden Bedingung?[4] Inwieweit soll man raum-zeitliche Beziehungen zur Explikation heranziehen? Und so weiter. Noch grundlegender ist die Frage, ob man überhaupt begriffliche Mittel zur Explikation finden kann, die sich ohne auch nur versteckten Rückgriff auf Kausales verstehen lassen, oder ob sich eine Analyse der Kausalität damit bescheiden muß, die inneren Zusammenhänge kausaler Begrifflichkeit und ihre äußeren Bezüge zu anderen Begriffen klarzulegen. Gibt es also eine Theorie der Kausalität, in der die kausale Terminologie explizit definiert wird,[5] oder nur eine, in der diese, da irreduzibel, bloß implizit charakterisiert werden kann?[6] Diese Fragen, die erst in einer fertigen Theorie ihre Antwort finden können, sind natürlich von zentraler Bedeutung.

Nach oben hin ergibt sich die Abgrenzungsschwierigkeit, wie weit sich denn das zu explizierende Begriffsfeld erstrecken soll. Als grobe Richtlinie könnte dienen, daß zu diesem Begriffsfeld all das gehört, worin es in irgendeiner Weise direkt um Kausalbeziehungen geht, während Dinge, für die Kausalbeziehungen lediglich eine Rolle spielen, ausgeschlossen bleiben. So gehören für mich die oben

---

[1] Die Hoffnung darauf war immer ein starkes Motiv dafür, mit regularitätstheoretischen Kausalitätsanalysen reüssieren zu wollen.

[2] Wie es etwa Burks (1951) tut.

[3] Wie Russell (1912/13) meint.

[4] Wie es Mackie (1965) und (1974), Kap. 2, tut – um nur einen zu nennen.

[5] Wie die meisten, ich eingeschlossen, hoffen und mit ihren Explikationen und Theorien zu belegen versuchen.

[6] Wie Skeptiker immer wieder meinen, z.B. Anscombe (1975) und Taylor (1966), Kap. 3.

genannten Dinge zu diesem Feld; nicht mehr dazu rechnen will ich hingegen z.B. den Begriff der Verantwortlichkeit oder den der Steuerbarkeit oder die Frage nach dem Verhältnis zwischen kausalen und teleologischen Erklärungen. Bei aller Unschärfe dieser Trennlinie kommt es mir, metaphorisch ausgedrückt, auf folgendes an: Wenn man all unser Reden von Kausalbeziehungen als einen großen Mechanismus ansieht, so geht es in diesem Punkt (4) um das Verständnis des inneren Funktionierens dieses Mechanismus samt seiner Bauteile, wobei dieses Verständnis so lange unvollständig ist, wie nicht der ganze Mechanismus aufgeklärt ist; hingegen geht es nicht um den äußeren Ort und die äußeren Bezüge dieses Mechanismus. Was diese Bauteile sind und was zum Inneren des Mechanismus gehört und was nicht, darüber gehen die Meinungen natürlich auseinander; aber jeder wird am Funktionieren dessen, was er für den inneren Mechanismus nimmt, interessiert sein und es für ein einigermaßen ausgrenzbares Problem halten.

(5) Ein weiteres wichtiges Thema ist die *Epistemologie von Kausalaussagen*. Hier geht es darum herauszufinden, wie wir uns der Richtigkeit von Kausalaussagen versichern, wie wir sie überprüfen, bestätigen, entkräften und widerlegen können. Z.B. gehört hierher die für Hume so wesentliche Frage, ob man Ursachen und Wirkungen direkt als solche wahrnehmen könne. Natürlich hängt dieser Punkt sehr stark vom vorangehenden ab. Entdeckt man dort einen impliziten Bezug von Ursachenaussagen auf Naturgesetze, so wird hier die Bestätigung einer Ursachenaussage der Bestätigung des zugehörigen Naturgesetzes bedürfen. Erkennt man dort die gesamte Vorgeschichte eines Ereignisses als wesentlich für seine Verursachung – was immer da unter der gesamten Vorgeschichte zu verstehen ist –, so wird man hier zur Feststellung seiner Verursachung die Aufklärung dieser Vorgeschichte verlangen. Ob die Logik der Kausalaussagen ihre spezifische Epistemologie trivial macht, ist freilich so lange unklar, wie die Aussagekraft der zu Punkt (4) gelieferten Analyse unbekannt ist. Daß sich hier eine eigenständige Problematik auftut, ist jedenfalls zu gewärtigen. Allerdings werde ich in dieser Arbeit auf diese Problematik nicht explizit und separat eingehen; sie wird aber in all dem, was ich in den Kapiteln 5 und 6 zur Problematik (4) sage, implizit berücksichtigt.

(6) Etwas zögernd nehme ich in diesen Katalog die einigermaßen dunkle Frage nach der *Natur der Kausalität* auf. Damit vollziehe ich ungefähr die Dreiteilung von Mackie (1974), S. 1f., nach, der begriffliche, erkenntnistheoretische und ontologische Kausalitätsprobleme unterscheidet. Bei aller Dunkelheit dieser Frage

scheint es mir hier wichtig, festzuhalten, daß man nicht davon ausgehen darf, sie mit dem Punkt (4) automatisch erledigt zu haben. Denn auch wenn ich nicht nur rein begriffliche Analysen als für Punkt (4) einschlägig betrachten mag – schon einfach deswegen, weil Begriffliches und Inhaltliches nicht immer leicht zu trennen sind –, so verlangt dieser Punkt hier doch eher als Punkt (4) statt nach begrifflicher Analyse nach weitergehenden, möglicherweise empirischen Kenntnissen. Z.B. könnte es sein, daß man die in (4) aufgeworfenen Fragen mit Hilfe bestimmter Bedingungsbegriffe in rundum stimmiger Weise analysiert, dies aber im Hinblick auf die Frage, was denn Verursachung letztlich ausmache, als ungenügend empfindet und daher diese Frage noch auf physikalische Weise zu beantworten versucht - etwa mit der These, daß jede Verursachung in einer bestimmten Form von Energieübertragung bestehe.[1] Oder um einen Vergleich zu wählen: Man könnte die phänomenologische Thermodynamik als eine „Logik der Wärme“, als eine befriedigende Theorie über das Funktionieren von Wärmeerscheinungen und -Prozessen auffassen, und doch offenbart erst die statistische Mechanik die Natur der Wärme. Inwieweit (6) wirklich über (4) hinausgeht, ist derzeit jedoch noch ganz unsicher, einfach weil in (4) die Tiefe der Analyse im Unklaren belassen wurde; man wird nur für eine tatsächlich vorgelegte Analyse zu Punkt (4) sagen können, was man an ihr in Bezug auf diesen Punkt hier noch vermißt.[2]

(7) Ein allgemein und speziell für (4) wichtiges Problem ist, *ob Kausalanalyse in einem deterministischen oder in einem probabilistischen Rahmen zu betreiben sei:* Gemäß der herkömmlichen Regularitätstheorie der Kausalität nimmt jede Aussage der Form, daß der Sachverhalt *A* den Sachverhalt *B* verursacht habe, stillschweigend Bezug auf ein striktes Gesetz der Form, daß auf jeden Sachverhalt der Art *A*'s ein Sachverhalt der Art *B*'s folgt. Seitdem haben Philosophen Kausalaussagen meist in einen engen Zusammenhang mit einer deterministischen Weltbeschreibung gebracht. Als *deterministisch* sei dabei eine Beschreibungsweise schon dann gekennzeichnet, wenn sie Sachverhalte entweder als bestehend oder als nicht bestehend behauptet, wenn sie strikte, ausnahmslose Allaussagen formu-

---

[1] Vgl. etwa Quine (1973), §2, oder Vollmer (1981).

[2] Auch auf diese Problematik werde ich nicht weiter eingehen, nicht zuletzt deswegen, weil ich glaube, daß sie von der Problematik (4) aufgesaugt wird. Denn Kausalität spielt in *allen* Bereichen empirischer Erkenntnis eine Rolle, und als solche wird sie im zweiten Teil dieser Arbeit auch analysiert werden. Darüber hinaus etwa nach einer physikalischen Natur von Kausalität zu suchen, scheint mir ebenso verfehlt zu sein wie der Versuch, alle empirischen Wissenschaften auf die Physik zu reduzieren.

liert etc.[1] Klarer wird das durch den Kontrast zur *probabilistischen* Beschreibungsweise, die Sachverhalte als mehr oder weniger wahrscheinlich hinstellt, die statistische Regularitäten formuliert etc. Natürlich schließen diese beiden Beschreibungsweisen einander nicht aus, aber sie sind jedenfalls verschieden. Sehr viele Kausalaussagen gehören nun zweifelsohne in den Kontext einer probabilistischen Weltbeschreibung; im Alltag ist das so, aber auch in allen statistisch arbeitenden und probabilistisch theoretisierenden Disziplinen wie etwa der Epidemiologie. So steht z.B. hinter der Aussage „seine Völlerei ließ ihn nicht alt werden" keine detaillierte physiologische Theorie, sondern lediglich die statistisch gestützte Überzeugung, daß der in Rede stehende Herr, hätte er weniger gegessen, wahrscheinlich älter geworden wäre. Suppes (1970), S. 5ff., hat mit Nachdruck auf diesen Umstand hingewiesen und ihn zum Anlaß für eine probabilistische Analyse von Kausalaussagen genommen, während andere darin keinen Grund erblicken können, Kausalität als probabilistisches Phänomen zu betrachten.[2]

Bei dieser Sachlage stellen sich jedenfalls folgende Fragen: Muß sich eine Analyse der Kausalität, also etwa die Beantwortung der in (4) aufgeworfenen Fragen, im Rahmen deterministischer Beschreibungsweisen bewegen? Oder steht eine Analyse der Kausalität im Rahmen probabilistischer Beschreibungsweise gleichberechtigt daneben? Wenn man ersterem zuneigt, wie soll man dann probabilistische Kausalaussagen erklären oder wegerklären? Und wenn man letzterem anhängt, wie verhalten sich dann probabilistische und deterministische Analyse zueinander? Ich werde hier letzteres vertreten; ein zentrales Anliegen dieser Arbeit wird gerade darin bestehen, die nachgerade perfekte Parallelität deterministischer und probabilistischer Kausalitätsanalyse zu demonstrieren.

Hier erhebt sich noch eine wichtige, in dieser Arbeit aber nicht erörterte Nebenfrage: Wie verhält sich das Kausalprinzip zum Determinismusprinzip? – wobei letzteres natürlich ebenso wie ersteres der Explikation harrt, sich aber typischerweise im Laplaceschen Dämon verkörpert, der aus einer kompletten Beschreibung eines momentanen Gesamtzustandes der Welt heraus jeden zukünfti-

---

[1] Dieser fast unzulässig weite Gebrauch von „deterministisch" involviert also in keiner Weise den Glauben an ein Determinismusprinzip, die Überzeugung, daß das Weltgeschehen streng determiniert sei, oder dergleichen mehr. Allerdings lassen sich solche Überzeugungen nur im Rahmen dessen ausdrücken, was als deterministische Beschreibungsweise bezeichnet wird; und deshalb hat sich dieser weite Gebrauch eingebürgert.

[2] So hält Mackie (1974), S. 49f., Suppes' Begründung für die Notwendigkeit einer probabilistischen Kausalitätsanalyse für kurzschlüssig, und in seinem Kapitel 9 leugnet er zwar nicht die Möglichkeit probabilistischer Kausalität, hält sie aber doch für sehr rätselhaft.

gen und auch jeden vergangenen Zustand der Welt zu bestimmen vermag. Oder anders gefragt: Fällt im Rahmen deterministischer Beschreibungsweise das Kausalprinzip mit dem Determinismusprinzip zusammen? Und gibt es auch im Rahmen probabilistischer Beschreibungsweise, wenn er zur Kausalanalyse taugt, so etwas wie ein Kausalprinzip?

Die nächsten neun Problempunkte rühren daher, daß der Kausalitätsbegriff mit anderen wichtigen Begriffen eng verzahnt ist; je nach Temperament meinte man, diese Verzahnungen zumindest berücksichtigen zu müssen oder in ihnen gar den Schlüssel zu einer erfolgreichen Analyse von Kausalität zu finden.

(8) Als erstes sei hier der Zusammenhang zwischen *Kausalität und Naturgesetzen* angesprochen. Daß da ein enger Zusammenhang besteht, ist nie ernstlich bezweifelt worden; die Frage war immer, worin er besteht. All jene, die im Anschluß an Hume eine Regularitätstheorie der Kausalität vertraten, meinten, daß dieser Zusammenhang ein definitorischer sei, daß sich also der Begriff der Kausalität durch den des Naturgesetzes explizieren lasse. Ihnen oblag dann freilich, den Begriff des Naturgesetzes ohne Rückgriff auf Kausales zu erläutern, und da gab es Schwierigkeiten. Um nur zwei davon zu erwähnen: Zum einen sah man sich mit dem Problem der *Gesetzesartigkeit* konfrontiert, d.h. mit dem Problem, wodurch sich Naturgesetze wie „alle Körper dehnen sich bei Erwärmung aus“ von nicht naturgesetzlichen oder, wie man auch sagte, akzidentellen Allaussagen wie „alle Benützer der Münchner Trambahn sind weniger als hundert Jahre alt“ unterschieden. Für dieses Problem gibt es bis heute keine schlüssige Lösung.[1] Zum anderen schienen es nicht Naturgesetze beliebiger Art zu sein, die Kausalbeziehungen stiften, sondern nur Naturgesetze spezieller Form, eben die *Kausalgesetze*, von denen etwa Erhaltungssätze wie der Energieerhaltungssatz auszuschließen wären; und damit war man nicht unbedingt in einen unentrinnbaren Zirkel, aber jedenfalls in das Problem hineingerutscht, zu sagen, was Kausalgesetze gegenüber sonstigen Naturgesetzen auszeichne.[2] Es ist also zweifelhaft, ob man den Zusammenhang so wie die Regularitätstheoretiker konstruieren kann. Doch sollten auch jene, die sich nicht zuletzt wegen dieser Schwierigkeiten bei ihrer Kausalanalyse lieber auf andere Begriffe stützen, etwas über diesen Zusammenhang zu sagen

---

[1] Vgl. etwa Stegmüller (1983), Kap. V.

[2] Deswegen sagte ich auf S. 10, daß regularitätstheoretische Kausalitätsauffassungen gedrängt sind, erst generelle und damit dann partikulare Kausalaussagen zu analysieren; vgl. dazu, wie erwähnt, Feigl (1953) und Stegmüller (1983), Kap. VII, Abschn. 5.

haben,[1] denn es würfe ein schlechtes Licht auf ihre Analyse, wenn diese die auch von ihnen nicht bestrittene Plausibilität des regularitätstheoretischen Ansatzes völlig rätselhaft ließe. Wir kommen darauf im Abschnitt 6.5 zurück.

(9) Ein anderes aufklärungsbedürftiges Verhältnis ist das zwischen *Ursachen und Gründen*. Insbesondere in der älteren Philosophie wurden diese beiden Begriffe, oder die anderen dafür benützten Wörter, nicht sehr scharf auseinandergehalten, und oft schien es, als solle es so etwas wie einen allgemeinen Begriff des Grundes geben, und als sei der Begriff der Ursache nur eine Spezialisierung dieses allgemeinen Begriffs. Ebenso wurde das sogenannte Prinzip vom zureichenden Grunde manchmal mit dem Kausalprinzip identifiziert und manchmal aber als eine Art Obersatz angesehen, aus dem das Kausalprinzip als ein Spezialfall folgen soll.[2] Es stellt sich somit die Frage, ob sich tatsächlich ein allgemeines Schema finden läßt, dem alle Formen der Beziehung zwischen Gründen und ihren Konsequenzen genügen, und ob man sich dann die Beziehung zwischen Ursachen und ihren Wirkungen als einen geeigneten Spezialfall dieses Schemas erklären kann.[3] Wir nehmen diese Frage zu Beginn des Abschnitts 6.1 kurz wieder auf.

(10) Der moderne Kontext, in dem die Probleme (8) und (9) virulent geworden sind, ist die *Erklärungsproblematik*, in der die Natur wissenschaftlicher Erklärungen als Antworten auf Warum-Fragen zur Diskussion steht. Die Verbindung zu unserem Thema liegt auf der Hand. Hätte man den Ursachenbegriff schon geklärt, so böte sich als erste Explikation des Erklärungsbegriffs an, zu sagen, daß eine Erklärung eben in der Nennung von Ursachen für die zu erklärende Tatsache bestehe. Danach schaut es so aus, als sei nur der Ursachenbegriff für den Erklärungsbegriff wichtig. Doch läßt sich dieser Zusammenhang umdrehen, indem man sagt, Ursachen seien, womit immer zu Erklärendes erklärt werde; und mit dieser Aussage als Richtschnur kann man dann versuchen, über den Erklärungsbegriff an den Ursachenbegriff heranzukommen. Verheißungsvoll wurde diese Strategie mit der Explikation deduktiv-nomologischer Erklärungen von Hempel und Oppenheim.[4] Doch wurde bald klar, daß Hempel und Oppenheim bestenfalls notwendige

---

[1] Das tun z.B. Lewis (1973a), Abschn. 3.3, und (1973b), Mackie (1974), Kap. 3, oder von Wright (1974), Abschn. II.6.

[2] Vgl. zu all dem Schopenhauer (1847).

[3] Damit ist klar, daß es hier um das Verhältnis zwischen Ursachen und *theoretischen* Gründen geht und nicht um das Problem, welches heute hauptsächlich unter der Überschrift „Gründe und Ursachen“ firmiert – nämlich das Problem, ob die *praktischen* Gründe, die wir für unsere Handlungen haben, auch Ursachen unserer Handlungen sind.

[4] Vgl. Hempel (1965), Kap. 10 und 12.

Bedingungen für das Vorliegen von Erklärungen angegeben hatten. Ihre Bezugnahme auf Naturgesetze halste ihnen all die unter (8) erwähnten (und nicht erwähnten) Probleme auf. Außerdem zeigte sich, daß sie eher so etwas wie ein allgemeines Begründungsschema, nach dem in (9) gefragt wurde, expliziert hatten und die Spezifika kausaler Beziehungen nicht erfassen konnten.[1] Man darf wohl sagen, daß auch die weiteren Verfeinerungen dieser Strategie ihr bisher zu keinem durchschlagenden Erfolg verholfen haben;[2] doch ist sie nach wie vor eine sinnvolle Option – auch wenn wir hier von ihr keinen Gebrauch machen werden.

(11) Im Hintergrunde lauert hier schon dauernd das altehrwürdige Problem der *Notwendigkeit von Kausalbeziehungen*, welches zuweilen das Kausalitätsproblem schlechthin zu sein schien. In ihm geht es darum, ob der Verbindung zwischen einer Ursache und ihrer Wirkung eine irgendwie geartete Notwendigkeit innewohnt, und wenn ja, welche? (Man unterscheide davon sorgfältig die in (2) aufgeworfene Frage, welche Art von Notwendigkeit dem Kausalprinzip zukommt.) Daß kausale Notwendigkeit keine logische ist, hat Hume schon eindringlich und überzeugend dargetan. Da es für ihn keine andere Form von Notwendigkeit gab, die in der Wirklichkeit waltet, und da hinter der Verbindung zwischen Ursachen und Wirkungen für ihn in der Wirklichkeit nichts weiter als empirische Regelmäßigkeiten stehen, erklärte er konsequenterweise den Eindruck kausaler Notwendigkeit als ein rein mentales Phänomen, als, grob gesagt, eine Art Denkgewohnheit oder -nötigung.

Doch sind noch andere Notwendigkeitsbegriffe in Betracht zu ziehen. Die Modallogik entfaltet dafür eine große Palette formaler Möglichkeiten.[3] Es könnten, inhaltlicher betrachtet, kausale Notwendigkeit und Apriorizität aufeinander bezogen sein, wobei letztere, wie Kant betonte, weder mit logischer Notwendigkeit noch mit Analytizität verwechselt werden darf. Oder es könnte kausale Notwendigkeit mit so etwas wie naturgesetzlicher Notwendigkeit gleichzusetzen sein, wobei letztere gerade Naturgesetze vor akzidentellen Allaussagen auszeichnete und damit ein Kriterium der Gesetzesartigkeit lieferte. Ein weiterer Kandidat wäre die Sorte von Notwendigkeit, die sich in subjunktiven und kontrafaktischen Kon-

---

[1] Dies ist die meines Wissens unwidersprochene Schlußfolgerung von Stegmüller (1983), Kap. II.

[2] Innerhalb des probabilistischen Rahmens erwies sich die Durchführung dieser Strategie als noch schwieriger; denn an der Analyse probabilistischer oder statistischer Erklärungen entzündeten sich viel weiter gehende Meinungsverschiedenheiten; vgl. dazu Stegmüller (1983), Kap. IX, und (1973), Teil IV.

[3] Vgl. etwa Hughes, Cresswell (1968); ein (zu) einfaches Beispiel für die Anwendung dieser Möglichkeiten liefert Burks (1951).

ditionalaussagen findet wie z.B. in „wenn man seinerzeit bessere Baustoffe verwandt hätte, dann wäre die Auster nicht so bald zusammengekracht“. Und es mag da noch andere Kandidaten geben.[1]

Natürlich sind sowohl die gerade angeführten Notwendigkeitsbegriffe wie auch die Unterschiede zwischen ihnen denkbar unklar, so daß es noch gar nicht viel nützt, kausale Notwendigkeit mit ihnen zu identifizieren. Auch war man sich immer dessen bewußt, daß eine Aufklärung kausaler Notwendigkeit nicht automatisch die Lösung etwa der in (4)–(6) aufgezählten Probleme bedeuten würde. Doch war man auch immer der Überzeugung, daß man hier ins Zentrum aller Kausalitätsprobleme vorgestoßen sei, von dem aus sie sich gut aufrollen lassen müßten. In dieser Arbeit wird allerdings von kausaler Notwendigkeit nicht mehr ausdrücklich die Rede sein; doch wird klar werden, daß ich sie mit subjunktiver Notwendigkeit gleichsetzen würde, wobei ich letztere durchaus im Sinne Humes erklären werde.

(12) „*Kausalität und Zeit*“ ist das Stichwort für eine weitere, grundlegende Problematik; es geht hier um den Zusammenhang zwischen kausalen und temporalen Beziehungen unter Sachverhalten oder Ereignissen. Gemeinhin wird gesagt, daß Ursachen immer früher statthätten als ihre Wirkungen; häufig wird als Grenzfall noch die Möglichkeit anerkannt, daß Ursachen mit ihren Wirkungen gleichzeitig sind; doch manche halten es sogar für denkbar, daß Ursachen *nach* ihren Wirkungen stattfinden.[2] Hinsichtlich dieser drei Fälle stellt sich gleich die Frage: Wenn einer dieser drei Fälle nicht vorkommt, ist dem dann bloß kontingenterweise so, oder hätte das zwingendere, womöglich logisch-begriffliche Gründe?

Daran schließen sich weitere Fragen an. Lassen wir einmal die Möglichkeit zu, daß Ursachen mit ihren Wirkungen gleichzeitig sind; in diesem Fall gibt es zwischen Ursache und Wirkung von ihrer zeitlichen Beziehung her keinen Unterschied. Die kausale Beziehung zwischen ihnen soll natürlich trotzdem asymmetrisch sein, und damit entsteht das Problem, was in diesem Fall die Ursache von ihrer Wirkung unterscheidet.[3]

---

[1] Mackie (1974), S. 193f., macht eine ähnliche Liste auf.

[2] Und zwar mit sehr unterschiedlichen Gründen; vgl. etwa Hesse (1962), S. 279–289, und Sklar (1976), S. 297ff. und S. 375ff., für physikalische Gründe und von Wright (1971), Abschn. II.10, Mackie (1974), Kap. 7, und Lewis (1976) für andersartige Gründe.

[3] Mackie (1974), Kap. 7, und Lewis (1973b) und (1979a) schlagen verschiedene Lösungen dafür vor, während Taylor (1966), Kap. 3, aus diesem Fall ein Argument konstruiert, welches die Unmöglichkeit einer Analyse von Kausalität durch nicht-kausale Begriffe demonstrieren soll.

Ein anderer Problemkomplex steht unter der Überschrift „*die kausale Theorie der Zeit*“. Stellen wir uns erläuterungshalber auf den strikteren, aber auch nicht unplausiblen Standpunkt, daß Ursachen notwendigerweise früher stattfinden als ihre Wirkungen. Was man mit dieser Aussage anfangen soll, ist dann immer noch offen. Wenn eine Kausalanalyse so weit gediehen wäre zu sagen, wann zwei Ereignisse kausal miteinander verknüpft sind, so könnte man mit Hilfe dieser Aussage eines der Ereignisse, nämlich das frühere, als Ursache des anderen auszeichnen und so die kausale Asymmetrie auf die zeitliche Asymmetrie zurückführen. Doch könnte man auch umgekehrt – und so geschieht es in der kausalen Theorie der Zeit – die zeitlichen Verhältnisse als problematischer empfinden als die Kausalverhältnisse. Wenn man es schaffte, von zwei kausal verknüpften Ereignissen *ohne* Bezugnahme auf ihr zeitliches Verhältnis eines als Ursache des anderen auszuzeichnen, so könnte man daraus dann mit Hilfe der genannten Aussage zwei wichtige Informationen über die zeitlichen Verhältnisse ziehen. Man könnte erstens die *zeitliche Ordnung* aller Ereignisse auf ihre kausale Ordnung zurückführen. Und zweitens könnte man auf diesem Wege eine Erklärung für die *Gerichtetheit der Zeit* gewinnen, welche rätselhaft geworden war, als man merkte, daß die Theorien der klassischen Physik keine Zeitrichtung auszuzeichnen vermögen und unsere Begriffe von Vergangenheit und Zukunft somit anscheinend der objektiven Grundlage entbehren. Die Realisierung der damit nur angedeuteten Intentionen der kausalen Theorie der Zeit hat sich freilich als ein äußerst verwickeltes Geschäft erwiesen, dessen Ertrag unterschiedlich beurteilt wird.[1]

Als letztes ist noch eine Frage aufzuführen, welche der alte Kontiguitätsgedanke aufwirft. Dieser besagt unter anderem, daß Ursache und Wirkung zeitlich aneinandergrenzen müssen. Natürlich gibt es auch kausale Beziehungen zwischen zeitlich getrennten Ereignissen; aber es stellt sich die Frage, ob diese Beziehung dann nur eine indirekte sein kann, die auf einen Brückenschlag zwischen diesen Ereignissen durch eine vermittelnde Kausalkette angewiesen ist – ob also der Kontiguitätsgedanke jedenfalls für so etwas wie direkte Verursachung richtig ist. Eine positive Antwort würde, moderner ausgedrückt, bedeuten, daß kausale Prozesse zeitlich kontinuierlich verlaufen müssen (vorausgesetzt, die Zeit selbst ist kontinuierlich).

---

[1] Die Urväter der kausalen Theorie der Zeit sind Leibniz und Kant; vgl. dazu und auch sonst Mehlberg (1980), Band I. Die aktuelle Diskussion ist wesentlich von Reichenbach (1958) und (1956) angestoßen worden. Als Einführungen und moderne Darstellungen siehe van Fraassen (1970), Kap. 6, und Sklar (1976), Kap. IV und V.

(13) Dies führt uns unmittelbar zum nächsten Stichwort „*Kausalität und Raum*“, zur Frage nach dem Zusammenhang zwischen kausalen und räumlichen Beziehungen. Denn der Kontiguitätsgedanke hat ja neben der zeitlichen vor allem die räumliche Nachbarschaft von Ursache und Wirkung zum Inhalt; und darin besteht auch der einzige räumlich-kausale Zusammenhang. Gibt es also, mit anderen Worten, nur Nahwirkungen oder auch Fernwirkungen? Oder genauer: Gibt es direkte Fernwirkungen oder nur indirekte, die auf die Vermittlung durch eine Kette von Nahwirkungen angewiesen sind? Dahinter stehen verschiedene physikalische Konzeptionen. Die Meinung, daß Wirkungen immer Nahwirkungen seien, ging einher mit der Vorstellung, daß jegliche Wechselwirkung zwischen Materiestücken letztlich in so etwas wie einem Stoßprozeß bestünde. Die Möglichkeit von Fernwirkungen wurde dann mit Newtons Gravitationstheorie respektabel. Und im Lichte der modernen Physik stellt sich die Sachlage wieder anders dar; in der Tat war ja die nie ganz verwundene Rätselhaftigkeit direkter Fernwirkungen ein wichtiger Anstoß für die allgemeine Relativitätstheorie.[1] So ist schließlich auch noch zu betonen, daß sich im Kontext der modernen relativistischen Physik die Problempunkte (12) und (13) gar nicht mehr trennen lassen, einfach weil sich in diesem Kontext Raum und Zeit nicht mehr voneinander unabhängig behandeln lassen.

Auf die Punkte (12) und (13) gehe ich in dieser Arbeit überhaupt nicht ein, und das ist vielleicht die schmerzhafteste Lücke in ihr. Räumliche Aspekte werde ich nicht einmal erwähnen; und was die Zeit betrifft, werde ich auf den Zeitbegriff der klassischen Physik zurückfallen und Ordnung und Richtung der Zeit als gegeben betrachten und ohne weitere Begründung für meine Kausalanalyse heranziehen.[2]

(14) Die Physik legt uns noch eine weitere Beziehung nahe, nämlich die zwischen *Kausalbeziehungen unter Ereignissen* einerseits und der *Ordnung unter den Ereignissen* andererseits. Unter „Ordnung“ sei dabei nicht die rein zeitliche oder räumliche Ausdehnung und auch nicht das Gelten von Naturgesetzen verstanden –

---

[1] Zu diesem für die Physik von jeher zentralen Problemkomplex s. Hesse (1962).

[2] Der Grund dafür ist natürlich, daß ich zu diesen Punkten nichts sagen kann. Doch habe ich für dieses Vorgehen eine gewisse Verteidigung, die wiederum – wie in der Fußnote zur Problematik (6) – in dem Hinweis darauf besteht, daß Kausalität in *allen* Bereichen empirischer Erkenntnis wichtig ist. Nun spielen aber räumliche Beziehungen in anderen Wissenschaften als der Physik selten eine explizite theoretische Rolle, auch wenn sie vielleicht immer wie selbstverständlich im Hintergrunde stehen; und auch die Vertracktheiten relativistischer Zeit werden dort kaum relevant (desgleichen sehe ich z.B. außerhalb der Physik überhaupt keine Chancen für das Projekt der kausalen Theorie der Zeit). Wenn man also Kausalität als ein allgemeines Phänomen behandeln will, so scheint es erst einmal sinnvoll zu sein, diese Dinge außer acht zu lassen.

diese drei Dinge kamen ja schon zur Sprache –, sondern etwas durchaus Vages, nämlich so etwas wie ordentlicher Zusammenhang, wie er sich etwa in Pyramiden oder Kristallen findet, im Gegensatz zu unordentlichem Chaos, wie es in Müllhalden oder Gasen herrscht. Zwei voneinander nicht unabhängige Gedanken bringen einen auf diese Beziehung:

Der erste zieht die verbreitetste Antwort auf das in (12) erwähnte Problem der objektiven Auszeichnung einer Zeitrichtung heran: daß nämlich dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik zufolge in einem im Ungleichgewicht befindlichen thermodynamischen System die Entropie – nach gängiger Erläuterung ein Maß der Unordnung im System – in einer Zeitrichtung immer wachse, welche man dann als die positive, in die Zukunft weisende auszeichnen könne. Sowohl Kausalität wie auch Entropie sollen also ein und dasselbe Problem lösen helfen, und das bringt die beiden schon zusammen.

Näheren Kontakt stellt der zweite Gedanke her, der zunächst auch dem Problem der Gerichtetheit der Zeit, freilich nicht mit Hilfe der Thermodynamik, zu Leibe rücken möchte. Er streicht heraus, daß es diverse Naturvorgänge gibt, die im Prinzip, d.h. von den gefundenen Naturgesetzen her reversibel sind, aber de facto gar nicht oder sehr selten reversiert vorkommen: die Ausbreitung von kugelförmigen Lichtwellen etwa oder die von kreisförmigen Wasserwellen, nachdem ein Stein ins Wasser gefallen ist; zu deren Umkehrung, also zur Erzeugung nach innen laufender Wasserwellen müßte man entweder eine Menge kreisförmig angeordneter Wellenmaschinchen gleichschalten oder einen großen Ring ins Wasser werfen. Diese Überlegung scheint für das Verständnis von Kausalbeziehungen unmittelbar relevant. Denn es ist, allgemein gesprochen, sehr wahrscheinlich, daß der geordnete Zusammenhang verschiedener Ereignisse dadurch zustande kommt, daß alle diese Ereignisse Wirkungen *einer* Ursache sind; und sehr unwahrscheinlich ist das Umgekehrte, d.h. daß diese Ereignisse zwar geordnet und trotzdem unabhängig verursacht sind und gar noch in *einer* gemeinsamen Wirkung zusammenlaufen. So weit nur der Grundgedanke betreffs des Verhältnisses von Kausalität und Ordnung. Noch ganz unklar ist dabei, inwieweit er sich in hinreichender Allgemeinheit genau explizieren läßt und wie er dann zu einer systematischen Analyse von Kausalität beizutragen vermag.[1]

---

[1] Bezüglich der zeittheoretischen Zusammenhänge dieser Andeutungen s. Reichenbach (1956), Teile III und IV, van Fraassen (1970), Kap. 3, Sklar (1976), Kap. V, oder auch die Diskussion zwischen Popper und Grünbaum in Schilpp (1974), S. 775ff. und S. 1140ff. Bezüglich ihrer kausaltheoretischen Relevanz s. wieder Reichenbach (1956), Teile III und IV, Watanabe (1969), Kap.

(15) Ein ganz anderer Problemzusammenhang wird in der sogenannten aktionistischen oder experimentalistischen Kausalitätstheorie entfaltet, die eine unumkehrbare Abhängigkeit des *Ursachenbegriffs* vom *Handlungsbegriff* behauptet.[1] Der Grundgedanke hierfür läuft etwa so: Zum Verständnis von Kausalaussagen bedarf es des Verständnisses von subjunktiven und kontrafaktischen Konditionalaussagen oder von Naturgesetzen, die diese Konditionalaussagen stützen. Nun können wir aber – so die zentrale Behauptung – solche Konditionalaussagen und Naturgesetze nur dadurch als wahr feststellen oder bestätigen, ja sogar nur dadurch überhaupt verstehen, daß wir aktiv und willkürlich in das Naturgeschehen eingreifen, damit Zustände schaffen, die von selbst nicht eingetreten wären, und dann die weitere Entwicklung beobachten. Mit anderen Worten, der rein passive Zuschauer, etwa ein Baum mit Gehirn und Sinnesorganen, könnte lediglich Regelmäßigkeiten erkennen, aber nie subjunktive und kontrafaktische Beziehungen herstellen, ja nicht einmal verstehen, was es mit letzteren auf sich hat. Daraus ergibt sich, daß eine Analyse von Kontrafaktizität und damit von Kausalität ohne Rekurs auf den Handlungsbegriff nicht erfolgreich sein kann. Dieser Gedankengang hat vermutlich zumindest einen vernünftigen Kern, welcher ein kausaltheoretisches Interesse am Handlungsbegriff begründet. Allerdings wäre erst noch im Detail zu überprüfen, welche Behauptungen genau sich wie stringent durch Ausformulierungen dieses Grundgedankens beweisen ließen.[2]

(16) Nachdem sich nun acht vieldiskutierte begriffliche Verbindungen haben spezifizieren und herausheben lassen, bleibt ein viel diffuserer und umso weiter gespannter Rest an begrifflicher Vernetzung übrig, den es zumindest zu erwähnen gilt. Da gibt es zunächst die sogenannten *kausativen Verben*. Das sind transitive Verben, wie z.B. „öffnen“ oder „aufregen“, die sich in explizit kausale Wendungen umformulieren lassen; so besagt „sie öffnete die Tür“ oder „das Fernsehprogramm regt ihn auf“ mehr oder weniger dasselbe wie „sie verursachte, daß die Tür offen ist“ oder „das Fernsehprogramm verursacht, daß er aufgeregt ist“. Blättert man durchs Lexikon, so merkt man, daß sehr viele transitive Verben kausativ

---

3, Mackie (1974), Kap. 7, und Lewis (1979a) – um einige recht unterschiedliche Quellen zu nennen.

[1] Diese Auffassung ist vor allem von Collingwood (1940), S. 296ff., von Gasking (1955) und am ausführlichsten von von Wright (1971), Teil II, insbes. Abschn. 8 und 9, und (1974) vorgetragen worden.

[2] Wiewohl ich einen Zusammenhang zwischen Ursachen- und Handlungsbegriff nicht bestreite, scheint mir der letztere für die *Analyse* des ersteren, d.h. zur Behandlung der Problematik (4), doch nicht grundlegend zu sein. Ich schließe mich da der Kritik von Rosenberg (1973) an der aktionistischen Kausalitätstheorie an und werde daher nicht weiter auf sie eingehen.

sind. Der Ursachenbegriff scheint also in der Umgangssprache eine fundamentale Rolle zu spielen.[1]

Bedenkt man weiter, daß es gerade die transitiven Verben sind, die sowohl im Aktiv wie im Passiv gebraucht werden können, so liegt der Gedanke nahe, daß der Ursachenbegriff zwar nicht gerade mit den grammatischen Formen des Aktiv und Passiv, aber doch mit den dahinterstehenden Begriffen des *Tuns* und *Erleidens* eng zusammenhängt. Die Ursache tut gewissermaßen etwas, und die Wirkung erleidet dies.[2]

Um diesen Faden noch etwas fortzuspinnen: Wer etwas tut, kann dies vermöge gewisser *Vermögen* oder kraft gewisser ihm innewohnender *Kräfte*. Und wer etwas erleidet, bedarf dazu einer Empfänglichkeit oder, allgemeiner ausgedrückt, einer entsprechenden *Disposition*; so gibt es zu kausativen Verben, wie z.B. „bewegen“ oder „erregen“, häufig die entsprechenden Dispositionswörter, wie z.B. „beweglich“ oder „erregbar“. Auch diese Dinge sind alle mit dem Ursachenbegriff verquickt.[3]

So ubiquitär die Verwendung kausativer Verben und das Reden von Tun und Erleiden, von Dispositionen, Kräften und Vermögen sind, so unklar ist die kausaltheoretische Tragweite von alledem. Schon Hume[4] und nach ihm die meisten Kausaltheoretiker waren da skeptisch und meinten, daß sich in dieser weitläufigen Verwandtschaft des Ursachenbegriffs nichts Klares und für eine Kausalitätsanalyse Hilfreiches finden ließe und man vielmehr umgekehrt den Ursachenbegriff mit anderen Mitteln analysieren müsse, um klareren Aufschluß über diese Verwandtschaft zu bekommen. Ich schließe mich ihnen an. Ob sie recht haben, ist jedoch nicht sicher und daher als ein weiterer Problempunkt zu notieren.[5]

---

[1] Vgl. dazu Aronson (1970/71).

[2] Die im vorigen Punkt angesprochene aktionistische Kausalitätstheorie reitet natürlich nicht einfach auf dieser vagen Analogie zwischen Tun und Verursachen herum.

[3] In der Physik sind ja Kräfte in einem präziseren Sinne von jeher prominente Verursacher. Und die Dispositionsbegriffe haben sich in der intensiven Diskussion, die sie in den letzten Jahrzehnten erfahren haben, zwar als recht schillernd herausgestellt; aber eine verbreitete Ansicht war immer, daß Dispositionen so etwas wie kausale Mechanismen darstellen; vgl. dazu etwa Quine (1973), §3, oder Mackie (1973), Kap. 4.

[4] S. Hume (1739), S. 212.

[5] Denn es gibt auch andere Meinungen. So stellte schon Reid den Begriff des Vermögens (*Power*) in das Zentrum (nicht nur) seiner Überlegungen zur Kausalität, um damit dem Humeschen Skeptizismus zu entgehen; vgl. Reid (1788), Essay I, Ch. IV–VI, und Essay IV, Ch. II, III. In unseren Tagen hat Taylor (1966), insbes. Kap. 3 und 4, solchen Meinungen wieder Gewicht verliehen.

So weit die Liste begrifflicher Verstrebungen, die jede Theorie der Kausalität bedenken sollte. Es sind aber noch mindestens zwei andersartige, aber nicht weniger wichtige Zusammenhänge zu beachten.

(17) Philosophische Analyse steht hier wie anderswo in engem Austausch mit einzelwissenschaftlichen Analysen; zumindest sollte sie sich, um fruchtbar zu sein, auf ihn einlassen. Und Kausalität war für die Einzelwissenschaften von jeher ein so brisantes Thema, daß sie sich höchstselbst umfänglich dazu geäußert haben. Daß dies für die Physik gilt, bedarf kaum der Erwähnung. Aber auch die sonst so auf Neutralität bedachten Mathematiker gleiten, von den physikalischen Anwendungen ihrer Materie angesteckt, häufig in kausale Terminologie ab – zumindest dann, wenn sie sich um Veranschaulichung der mathematischen Inhalte bemühen. In der Biologie war und ist es ein stehendes Thema, weniger den Kausalitätsbegriff selbst als vielmehr das Verhältnis von Kausalerklärungen und den der Biologie angemessener erscheinenden, funktionalen, kybernetischen oder teleologischen Erklärungsformen zu klären; ein ähnliches Interesse findet sich in der Anthropologie und in den Sozialwissenschaften.[1] In der Ökonomie wurden insbesondere im Zusammenhang mit ökonometrischen Modellen verschiedene Kausalanalysen vorgelegt und ausführlich diskutiert.[2] Die sich immer mehr als übergreifende Grundlagendisziplin gerierende Systemtheorie hat sich nicht minder in die Kausalbeziehungen vertieft, die in den von ihr untersuchten Systemen bestehen, und innerhalb ihres Rahmens passende Explikationen kausaler Terminologie hervorgebracht.[3] Die Statistiker schließlich, ähnlich zurückhaltend wie die Mathematiker und darum ähnlich gespalten, haben vor allem im Rahmen der multivariaten Analyse wirkungsvolle Methoden entwickelt, deren offizieller Anspruch lediglich ist, Korrelationen zwischen verschiedenen Faktoren oder Variablen herauszufinden und zu analysieren; die heimliche Hoffnung ist zweifelsohne aber, mit diesen Methoden auch Kausalbeziehungen aufzuspüren und zu bestätigen.[4]

Meine Aufzählung ist damit bestimmt noch nicht vollständig; wichtig ist nun aber dies: Jede philosophische Kausalanalyse sollte diese einzelwissenschaftlichen Untersuchungen zur Kenntnis nehmen, zu ihrem Vorteil – sie könnte davon

---

[1] Vgl. dazu etwa die Beiträge in Brodbeck (1968), Teile 3 und 5, und Stegmüller (1983), Kap. VI und VIII.

[2] Vgl. etwa Simon (1957), Kap. 1–3, die einschlägigen Beiträge in Wold (1964) und in Brunner, Meltzer (1979) und schließlich Granger (1980) – um einige, recht unterschiedliche Ansätze und Meinungen zu nennen.

[3] Vgl etwa Mesarovic, Takahara (1975), Abschn. II.4 und Kap. V und VII.

[4] Vgl. dazu die Referenzen in Fußnote 2 und auch die Beiträge in Hummell, Ziegler (1976).

profitieren –, vor allem aber zu ihrer Absicherung – denn es wäre beunruhigend, wenn philosophische und einzelwissenschaftliche Aussagen ganz disparat zueinanderstünden. Und natürlich könnte eine solcherweise abgesicherte philosophische Analyse vereinheitlichend wirken und den Wissenschaftlern so manche Vorbehalte im Umgang mit kausaler Terminologie nehmen.[1]

(18) Der letzte Zusammenhang liegt wieder innerhalb der Philosophie. Dort perennieren diverse große Probleme, die eine bloße Kausalitätstheorie nicht aufzugreifen braucht, in die aber der Ursachenbegriff zentral eingeht. Eines dieser Probleme dreht sich darum, ob sich finale oder teleologische Ursachen oder Erklärungen als kausale darstellen lassen. Da intentionale Erklärungen das beste und womöglich das einzig echte Beispiel für teleologische Erklärungen sind, ist dieses Problem zu einem der zentralen der modernen Handlungstheorie geworden, wo es sich in die Frage verwandelt hat, ob die Gründe, die wir für unsere Handlungen haben, also unsere Absichten, Wünsche, Überzeugungen und dergleichen, auch Ursachen unserer Handlungen sind.[2] Ein verwandtes Problem ist das klassische Problem der Willensfreiheit, welches dem Empfinden entspringt, daß zwei tief verwurzelte Überzeugungen miteinander unverträglich seien: nämlich die Überzeugung, daß so etwas wie das Kausalprinzip gilt, und die, daß wir so etwas wie einen freien Willen haben. All die vielen Lösungsvorschläge dazu haben die Beunruhigung darüber nicht wirklich auflösen können. Wegen seiner bedeutsamen ethischen und lebenspraktischen Weiterungen ist dieses Problem von allen, die sich hier auch noch anführen ließen, vielleicht das wichtigste.

Es versteht sich von selbst, daß solche Probleme von einer adäquaten Kausalitätstheorie allein nicht gelöst werden können, sondern einer Menge an darüber hinausgehenden Explikationen und Argumentationen bedürfen. Aber es ist ebenso klar, daß diese Probleme eine faszinierende Bewährungsprobe für jede Kausalitätstheorie darstellen, daß jede Kausalitätstheorie sich daran messen lassen muß, inwieweit sie überzeugende Lösungen dieser Probleme erleichtert.

---

[1] In dieser Arbeit gehe ich leider – entgegen meinen ursprünglichen Absichten – auf diese wichtigen Verbindungen nicht weiter ein. In Spohn (1980) und (1983) habe ich allerdings ausgeführt, daß meine Auffassung mit der Art und Weise, in der Mathematiker kausale Begriffe auf stochastische Prozesse anwenden, und mit der im Rahmen der Ökonometrie prominenten Kausalitätskonzeption von Granger (1980) in Einklang steht; und diese Ausführungen sind auch nach dieser Arbeit nicht zu revidieren.

[2] S. dazu etwa die Einführung und die Beiträge in Beckermann (1977).

KAPITEL 2

EINIGE EXPLIKATIONEN DES URSACHENBEGRIFFS

Daß in der vorliegenden Arbeit die Problematik (4) von S. 14ff. im Zentrum stehen und über sie der Zugang zu anderen Problemen gefunden werden soll, dürfte unschwer zu erkennen gewesen sein. Doch blieb dort ziemlich unklar, was es da alles zu tun gibt und was man da überhaupt tun kann. Die Liste konkreter Testfälle im nächsten Abschnitt soll ersteres greifbarer machen; letzteres will ich nun mittels einer Skizze der Typen von Antworten zur Problematik (4) verdeutlichen, auf die ich mich später hauptsächlich beziehen werde.

Diesen Antworten ist eines gemeinsam: Sie versuchen alle, den Ursachenbegriff mit logischen Mitteln, in einem weiten Sinne verstanden, zu explizieren, und zumindest dem ersten Anscheine nach gelingt ihnen damit eine Reduktion von Kausalem auf Nicht-Kausales. Das macht sie attraktiv. Denn bei Explikationen, die auf solche Dinge wie kausale Notwendigkeit, Kräfte, Vermögen, Kausalgesetze etc. zurückgreifen, hätte man sofort das Gefühl, daß mit ihnen überhaupt nichts gewonnen ist, da diese Dinge in gleicher Hinsicht und in gleichem Maße klärungsbedürftig sind wie das zu Explizierende selbst. Dieses Gefühl hat man bei den hier zu schildernden Versuchen nicht. Natürlich kann der erste Anschein trügen; genauere Analyse kann ergeben, daß diese Versuche in einer mehr oder weniger großen Schleife wieder auf Kausales oder Kausaloides zurückführen. Der Witz dieser Versuche wäre dann verloren gegangen – immerhin auf lehrreiche Weise –, und man hätte sich doch mit dem bescheideneren Ziel zu begnügen, lediglich die inneren Zusammenhänge kausaler Begrifflichkeit zu erfassen. So weit sind wir aber noch lange nicht; im Gegenteil, ich glaube, daß der Anspruch dieser Versuche realisierbar ist, und daher wird ihr Studium für uns besonders instruktiv sein. Um vier Versuche wird es gehen; ich nenne sie hier die klassische Regularitätstheorie, die verbesserte Regularitätstheorie, den kontrafaktischen Ansatz und das probabilistische Paradigma.

2.1 Die klassische Regularitätstheorie

Was ich hier die klassische Regularitätstheorie nenne, geht auf Hume zurück, der seine Überlegungen in einem vielzitierten Satz zusammenfaßt. Danach „mögen wir also eine Ursache definieren als: einen Gegenstand, dem ein anderer folgt, wobei allen Gegenständen, die dem ersten gleichartig sind, Gegenstände folgen, die dem zweiten gleichartig sind“ (Hume (1777), S. 92).

In modernerer Redeweise läßt sich das so reformulieren:

(2.1) Der Sachverhalt *A* ist eine hinreichende Ursache des Sachverhalts *B* genau dann, wenn gilt:
- (a) *A* und *B* liegen beide vor,
- (b) *A* ist früher als *B*,
- (c) es gibt ein wahres Gesetz *G* derart, daß *B* aus *G* und *A* logisch folgt.

Einige Worte zu dieser Reformulierung: Wieso das Wörtchen „hinreichend“ in (2.1) hineingeschlüpft ist, darauf werde ich unten gleich zu sprechen kommen. – Aus Humes Gegenständen habe ich hier kurzerhand Sachverhalte gemacht. Genaugenommen wäre an dieser Stelle natürlich die gesamte Problematik (3) von S. 12ff. aufzurollen. Sachverhalte habe ich hier deswegen genommen, weil sie durch Sätze vollständig beschreibbar sind; wären *A* und *B* sprachlich nicht unbedingt vollständig beschreibbare Ereignisse, so wäre nicht ohne weiteres klar, wie zwischen ihnen logische Folgerungsbeziehungen bestehen sollen und wie dann die Bedingung (c) zu verstehen wäre. Im übrigen möge entschuldigt werden, daß ich in (2.1) nicht zwischen Sachverhalten und den sie beschreibenden Sätzen unterschieden habe; so genau brauchen wir es jetzt noch nicht zu nehmen. – Bedingung (a) ist eine Selbstverständlichkeit. Bedingung (b) übersetzt Humes Reden vom Folgen, und wir wollen jetzt nicht auf ihr herumreiten, obwohl an ihr die zentrale Problematik (12) von S. 23f. ansetzt. – Der Kern der Regularitätstheorie ist die Bedingung (c). Die Existenzquantifikation von (c) ist in Humes Formulierung dann enthalten, wenn man seine „Gegenstände, die dem ersten (zweiten) gleichartig sind“ als „Sachverhalte einer bestimmten Art, der auch *A* (*B*) zugehört“ liest;

und daß *B* aus *G* und *A* logisch folgt, ist einfach die präzise Fassung dessen, daß *A* und *B* unter dem Gesetz *G* subsumierbar sind.

(2.1) liefert immerhin einmal eine Idee dafür, wie man die Problematik (4) angehen könnte, und es liefert sogar, prima facie wenigstens, eine echte Explikation des Ursachenbegriffs, insofern (a)–(c) augenscheinlich nur nicht-kausale Begriffe enthalten. Die Plausibilität von (2.1) muß dabei nicht eigens hervorgehoben werden; es fallen einem ohne Mühe zahlreiche Beispiele für Sachverhalte ein, die man intuitiv als Ursache und Wirkung bezeichnen würde und die die Bedingungen (a)–(c) erfüllen. Wichtiger ist, zu sehen, wieviel an (2.1) noch unzulänglich ist. Als Explikation des Ursachenbegriffs ist es in mehrfacher Hinsicht inadäquat, und seine Formulierung ist trotz ihrer Schlichtheit gar nicht im gewünschten Maße klar. Wenden wir uns zuerst dem letzten Punkt zu.

Natürlich kann man aus jedem einzelnen Wort ein Problem machen. So mag man bezüglich der Bedingung (c) fragen, was denn Wahrheit darin bedeute und was logische Folgerung genau heiße. Nicht, daß dies restlos klar wäre; aber die Klärung dieser Dinge wird man nicht als Aufgabe des Kausaltheoretikers betrachten. Es gibt da einschlägigere Punkte: Wenn wir die Vorentscheidung für Sachverhalte und gegen Ereignisse als Gegenstände von Kausalaussagen einmal hinnehmen, so bleibt die Frage, ob denn im Prinzip jeder Sachverhalt als Ursache oder Wirkung in Frage kommt. Denkt man etwa an den Sachverhalt, daß Napoleon bei Waterloo unterlegen ist *oder* Ende der 60er Jahre das Genre des Italo-Westerns kreiert wurde, so wird man das verneinen wollen; oder man wird zweifeln, ob man das überhaupt einen Sachverhalt nennen soll. Dann hat man jedoch das Problem, zu sagen, welche Sätze es sind, die als Ursachen oder Wirkungen geeignete Sachverhalte oder überhaupt Sachverhalte beschreiben. Ein zweiter Punkt schließt sich an: Damit die Bedingung (b) sinnvoll ist, muß man Sachverhalten Zeitpunkte zuordnen, zu denen sie bestehen. Beim genannten Sachverhalt, wenn's einer ist, ist das schwierig, weniger weil unklar ist, zu welcher Sekunde genau Napoleons Niederlage besiegelt war, sondern vielmehr, weil er aus Teilen mit unterschiedlichem Zeitbezug zusammengesetzt ist.[1] Beide Punkte bedürfen der Aufklärung.

Die entscheidende Schwachstelle von (2.1) ist jedoch zweifelsohne das ominöse Wort „Gesetz" in Bedingung (c). Wenn's so wäre, daß sich jeder Satz, der die logische Form eines Allsatzes hat, als Gesetz qualifiziert, dann wäre man alle

[1] Vgl. dazu auch Goodman (1961).

Sorgen los. Aber so ist es nicht. Gesetze zeichnen sich durch ihre Gesetzesartigkeit aus, aber was das ist, hat noch niemand so richtig zu sagen vermocht.[1]

Doch schlimmer noch: Bisher entspricht die Regularitätstheorie dem im Rahmen der Problematik (10) geschilderten Weg; die Bedingung (c) besagt nämlich gerade, daß *B* mittels *A* erklärbar ist – im Sinne des Hempel-Oppenheimschen Erklärungsbegriffs. Nun hatte ich dort die Möglichkeit angedeutet, daß nur das eine Ursache sei, womit zu Erklärendes unter Berufung auf ein Kausalgesetz erklärt werde. Wenn dem tatsächlich so wäre, so müßte die Bedingung (c) lauten: „es gibt ein wahres Kausalgesetz *G* ...", und damit wäre die Explikation (2.1) entwertet. Dieser Zirkel droht der Regularitätstheorie in allen ihren Fassungen. Wie ernsthaft die Zirkelgefahr ist, will ich nun nicht entscheiden; sie in überzeugender Weise auszuräumen, ist jedoch, so viel ist klar, eine für jede Form der Regularitätstheorie vitale Frage.

Doch ganz abgesehen von diesen dunklen Punkten in der Formulierung von (2.1) ist leicht einzusehen, daß die Explikation (2.1) nicht adäquat sein kann. Da gibt es etwa das folgende, nach wie vor sehr wirkungsvolle Beispiel: Bekanntlich hat jede Krankheitsgeschichte, die mit progressiver Paralyse endet, mit einer luetischen Ansteckung angefangen; die Umkehrung gilt nicht. Nun wird man in jedem Fall einen solchen Anfang eine Ursache eines solchen Endes nennen wollen; (2.1) wird dem aber nicht gerecht. Diesem Einwand ist noch leicht durch eine zweite Explikation Rechnung zu tragen:

(2.2) Der Sachverhalt *A* ist eine notwendige Ursache des Sachverhalts *B* genau dann, wenn gilt:
- (a) *A* und *B* liegen beide vor,
- (b) *A* ist früher als *B*,
- (c) es gibt ein wahres Gesetz *G* derart, daß non-*B* aus *G* und non-*A* logisch folgt.

Der Trick ist also einfach, notwendige und hinreichende Ursachen zu unterscheiden (zu welchem Behufe (2.1) schon vorsorglich das Wort „hinreichend" enthielt). Hinreichenden Ursachen folgen immer die entsprechenden Wirkungen, während notwendige Ursachen immer den entsprechenden Wirkungen vorausgehen; die Umkehrungen gelten nicht notwendig. Die luetische Ansteckung ist dann

[1] Vgl. dazu die ausführliche Diskussion in Stegmüller (1969), Kap. V.

eben eine notwendige Ursache der progressiven Paralyse, so wie ehedem die progressive Paralyse eine hinreichende Ursache von Verblödung gewesen ist. Es bleibt freilich die Frage zurück, was denn im intuitiven Verständnis Ursachen schlechthin seien: hinreichende Ursachen, notwendige Ursachen, notwendige und hinreichende Ursachen oder auch notwendige oder hinreichende Ursachen? Diese Frage wird sich bei fast allen Kausalitätstheorien erneut stellen und auch uns später noch beschäftigen; wir wollen daher jetzt nicht zu ihr Stellung nehmen.

Ein schwerer wiegendes Ungenügen von (2.1) kommt zum Vorschein, wenn man komplex verursachte Sachverhalte betrachtet: Es müssen sich schon diverse Gewitterwolken über einem deutschen Minister zusammenbrauen, bis er zurücktritt. Seine Amtsführung muß in irgendeiner Hinsicht liederlich gewesen sein, dies muß an die Öffentlichkeit gedrungen sein, die Solidarität von Regierung und Fraktion zu ihm muß schon brüchig geworden sein, die Opposition darf nicht so heftig den Rücktritt fordern, daß die Solidarität vollumfänglich wiederhergestellt wird, und so weiter. Nehmen wir nun dem Beispiel zuliebe an, daß wenigstens das Gesetz gilt: Immer wenn diese vier Tatsachen zusammentreffen, tritt ein deutscher Minister zurück. Gemäß (2.1) ist dann aber nur das Zusammentreffen aller vier Tatsachen (hinreichende) Ursache für den Rücktritt. Das ist jedoch überhaupt nicht das, was wir sagen wollen. Wir hätten gerne jede einzelne dieser Tatsachen als eine (nicht: *die*) Rücktrittsursache. Oder allgemeiner ausgedrückt: Was (2.1) allenfalls erfaßt, ist, daß *A* eine (die?) Gesamtursache von *B* ist, während wir üblicherweise gerade Teilursachen als Ursachen bezeichnen. Man könnte diesen Defekt dadurch zu beheben hoffen, daß man jeden Teil einer Gesamtursache im Sinne von (2.1) gleichfalls zur Ursache erklärt. Doch müßte man dann genau sagen, was die Teile eines komplexen Sachverhalts wie einer Gesamtursache sein sollen, und das ist ausgesprochen knifflig. Zu sagen, daß jeder vom Sachverhalt *A* logisch implizierte Sachverhalt ein Teil von *A* sei, tut's jedenfalls nicht; denn dann wären auch die Tatsache, daß der Minister seine Geschäfte liederlich oder seine Sekretärin die ihren tadellos geführt hat, und sogar der tautologische Sachverhalt Ursachen seines Rücktritts.

Die Situation verschärft sich noch. Wenn obiges Gesetz gilt, so gilt gewiß auch das folgende: Immer wenn die vier fraglichen Tatsachen zusammentreffen und wenn des Ministers Frühstücksei am entscheidenden Morgen zu hart gekocht ist, tritt er zurück. Auf diese Weise wird das mißratene Ei zum Teil der Gesamtursache und weiter zu einer Ursache des Rücktritts, was man allenfalls bei einem

nervlich arg ramponierten Minister ernstlich in Betracht ziehen wollte. Diese Schwierigkeit heißt das Problem der irrelevanten Gesetzesspezialisierung.[1] Eine so simple Ergänzung, wie sie (2.2) gegenüber (2.1) darstellt, ist hier nicht mehr in Sicht; ein wesentlich neuer Gedanke scheint nötig. Er liegt bereit und ergibt das, was ich hier die verbesserte Regularitätstheorie nenne.

Zuvor sei jedoch darauf hingewiesen, daß man mit (2.2) in die reziproken Schwierigkeiten gerät. Es kann sein, daß non-*A* ein komplexer Sachverhalt etwa der Form „A_1 und A_2 und A_3“ sein muß, damit es non-*B* gesetzesmäßig impliziert. Z.B. muß unser Minister, um im Amt zu verbleiben, nicht nur von Skandalen der angedeuteten Art unberührt sein, er muß auch gesundheitlich gut genug beieinander und von sonstigen privaten Malaisen, die ihn zum Rücktritt bewegen, verschont sein, und so weiter. *A* selbst hätte dann die Form „non-A_1 oder non-A_2 oder non-A_3“, und nur das ist dann gemäß (2.2) notwendige Ursache von *B*. So wie uns (2.1) logisch zu starke Sachverhalte als hinreichende Ursachen verkauft, liefert uns (2.2) also logisch zu schwache Sachverhalte als notwendige Ursachen. Entsprechend wirkt sich das Problem der irrelevanten Gesetzesspezialisierung hier so aus, daß eine notwendige Ursache mit allen möglichen irrelevanten adjunktiven Beifügungen eine notwendige Ursache bleibt.

2.2 Die verbesserte Regularitätstheorie

Der neue Gedanke zur Bewältigung der genannten Schwierigkeiten besteht darin, die *obwaltenden Umstände* ins Spiel zu bringen. Bisher mußte ein Sachverhalt *A*, um eine hinreichende bzw. notwendige Ursache von *B* zu sein, schon für sich allein eine hinreichende bzw. notwendige Bedingung für *B* im Sinne der Klausel (c) von (2.1) bzw. (2.2) sein. Und dies ersetzen wir nun durch die Anforderung, daß *A* unter den obwaltenden Umständen eine hinreichende bzw. notwendige Bedingung für *B* ist. Danach ist z.B., wie erwünscht, die mangelnde Solidarität der Fraktion mit dem Minister eine hinreichende Ursache für seinen Rücktritt. Denn wo’s schon so war, daß seine anfechtbare Amtsführung publik wurde, die Opposition sich trotzdem maßvoll verhielt, etc., brauchte nur noch die mangelnde Solidarität hinzukommen, damit alles zusammen über das oben angenommene Gesetz seinen Rücktritt impliziert. Ebenso ist das maßvolle Verhalten der

[1] Vgl. Salmon (1971), S. 33ff. und Stegmüller (1973), S. 285.

Opposition eine hinreichende Ursache für den Rücktritt, da in Bezug darauf die mangelnde Solidarität zu den obwaltenden Umständen gehört. Schließlich ist z.B., gleichfalls erwünscht, die mangelnde Solidarität der Fraktion auch eine notwendige Ursache für den Rücktritt. Denn wo's schon so war, daß der Minister gesundheitlich topfit war, andere private Gründe für einen Rücktritt nicht vorlagen, etc., durfte die Reserviertheit der Fraktion nicht fehlen, um ihn zum Rücktritt zu bewegen - wobei angenommen sei, daß ein Gesetz der Form zutrifft: solange ein Minister gesundheitlich topfit ist, etc., und solange er die Unterstützung seiner Fraktion genießt, tritt er nicht zurück.

Das Problem der irrelevanten Gesetzesspezialisierung drückt uns dann auch nicht mehr – vorausgesetzt, wir verstehen die Formulierung „*A* ist unter den obwaltenden Umständen eine hinreichende Bedingung für *B*" so, daß darin enthalten ist, daß die obwaltenden Umstände allein noch keine hinreichende Bedingung für *B* bilden. Das zu harte Ei ist dann, wie's sein soll, keine (hinreichende) Ursache für des Ministers Resignation. Denn es gibt zwar ein wahres Gesetz, das nämliches Ei zusammen mit den Umständen zu einer hinreichenden Bedingung für den Rücktritt macht, aber es gibt eben auch ein wahres Gesetz, daß die Umstände allein schon hinreichen läßt.

Halten wir aber erst einmal eine Formulierung der verbesserten Explikation fest:

(2.3) Der Sachverhalt *A* ist eine hinreichende Ursache des Sachverhalts *B* genau dann, wenn gilt – wobei *U* für die bei *A* und *B* vorliegenden Umstände stehe:
- (a) *A* und *B* liegen vor,
- (b) *A* ist früher als *B*,
- (c) es gibt ein wahres Gesetz *G* derart, daß *B* aus *G*, *A* und *U* logisch folgt,
- (d) es gibt kein wahres Gesetz *G*' derart, daß *B* aus *G*' und *U* logisch folgt.

(2.4) Der Sachverhalt *A* ist eine notwendige Ursache des Sachverhalts *B* genau dann, wenn gilt – wobei *U* für die bei *A* und *B* vorliegenden Umstände stehe:
- (a) *A* und *B* liegen vor,
- (b) *A* ist früher als *B*,

(c) es gibt ein wahres Gesetz *G* derart, daß non-*B* aus *G*, non-*A* und *U* logisch folgt.[1]

(2.3) und (2.4) drücken dasjenige Verständnis des Ursachenbegriffs aus, welches nach Hume vermutlich am häufigsten vertreten worden ist. J. St. Mill legt in (1843), Buch III, Kap. V, §§ 1–5, insbesondere §3, gerade diese Auffassung ausführlich dar. Schopenhauer äußert sich in (1847), auf den ersten Seiten des §20 des vierten Kapitels, weniger gründlich, aber ähnlich. Bei Carnap finden wir in (1966), Kap. 19, wieder die gleiche Auffassung. Alle drei Philosophen neigen allerdings dazu, die Gesamtheit aller Ursachen eines Sachverhalts *B*, also seine Gesamtursache, als die eigentliche oder wirkliche Ursache von *B* zu bezeichnen. Popper hat sich wenig über die Bedeutung des Ursachenbegriffs ausgelassen; aber aufgrund seiner Äußerungen in (1969), S. 31ff., und in (1972), S. 91, läßt auch er sich zu den Vertretern von (2.3) rechnen. Hempel (1965), S. 347–352, und Braithwaite (1959), S. 314–318, sind gleichfalls hier einzureihen. Und so weiter. Zu erwähnen ist schließlich, daß Mackies in (1965) vorgebrachte Theorie der INUS-Bedingungen, wie auch Sosa (1975), S. 3f., meint, von (2.3) nicht wesentlich verschieden ist.[2]

All die krittelnden Bemerkungen im Anschluß an (2.1) und (2.2) treffen freilich auch auf (2.3) und (2.4) zu. Welche Sachverhalte für (2.3) und (2.4) überhaupt in Frage kommen, ist nicht klarer geworden, ebensowenig die zeitliche Einordnung von Sachverhalten. Die zeitliche Bedingung (b) ist nach wie vor ganz naiv. Der Gesetzesbegriff ist immer noch ein entscheidender Schwachpunkt. Und auch hier ist unklar, ob man Ursachen schlechthin eher durch (2.3) oder eher durch (2.4) expliziert sehen soll. Doch vereinigen (2.3) und (2.4) noch mehr Plausibilität auf sich als (2.1) und (2.2). Denn all den Beispielen, in denen man (2.1) und (2.2) schon intuitiv als adäquat empfand, werden auch (2.3) und (2.4) gerecht; und wie wir sahen, bewältigen (2.3) und (2.4) viele Beispiele, mit denen (2.1) und (2.2) nicht richtig zu Rande kamen.

---

[1] Es ist bemerkenswert, daß man in (2.4) keine der Klausel (d) von (2.3) entsprechende Bedingung benötigt. Es folgt nämlich bereits aus (a)–(c) von (2.4), daß es kein wahres Gesetz geben kann, aus dem mit *U* non-*B* folgt: Die Umstände werden, da präsent, durch einen wahren Satz repräsentiert, non-*B* durch einen falschen, und dann kann kein Gesetz, welches mit *U* non-*B* logisch impliziert, wahr sein.

[2] Das ist zumindest dann so, wenn man den für die Theorie der INUS-Bedingungen wesentlichen Begriff der hinreichenden bzw. notwendigen Bedingung ähnlich wie in (2.3) und (2.4) als nomologische Implikation versteht. In (1965), Abschn. 4, hat Mackie noch dieses Verständnis; in (1973), S. 92ff., und (1974), S. 53ff., äußert er sich differenzierter.

Dafür haben wir uns ein neues Problem eingehandelt: Die Rede von *den* bei *A* und *B* vorliegenden Umständen ist alles andere als einwandfrei. So viel ist klar: *U* muß durch einen wahren Satz beschrieben werden, und *U* muß von *A* und *B* logisch unabhängig sein, darf also weder *A* noch non-*A* und mit *A* oder mit non-*A* weder *B* noch non-*B* logisch implizieren. Darüber hinaus ist schon unklar, ob die Verwendung des bestimmten Artikels zulässig ist, ob es da genau einen Sachverhalt gibt, der die bei *A* und *B* vorliegenden Umstände zusammenfaßt. Man könnte meinen, auf die Kennzeichnung verzichten zu können, indem man (2.3) bzw. (2.4) zu der Formulierung abändert: „Es gibt einen wahren, von *A* und *B* logisch unabhängigen Sachverhalt *U* derart, daß (c) und (d) von (2.3) bzw. (c) von (2.4) gilt." Daß es so nicht geht, hat z.B. Sosa (1975), S. 2, gezeigt. Der allgemeine Grund hierfür ist, daß Explikationen, die mit Existenzquantifikationen über Sätze oder Sachverhalte (oder auch über Prädikate oder Eigenschaften) arbeiten, fast immer schief gehen – einfach weil es viel mehr Sätze oder Sachverhalte gibt, als man gedacht hat, so daß man dann fast immer einen unintendierten Satz oder Sachverhalt findet, der die fragliche Existenzquantifikation in unerwünschter Weise wahr macht.

Die obwaltenden Umstände bedürfen also noch einer schärferen Charakterisierung. Und hier keimt ein übler Verdacht auf. Wenn *A* und *B* in irgendeiner Weise auf *U* Einfluß hätten, dann scheint es ganz unangemessen, zu sagen, *U* stelle in Bezug auf *A* und *B* Umstände dar. Mit anderen Worten: All die Dinge, die in *U* zusammengefaßt sind, müssen anscheinend von *A* und *B* nicht nur logisch, sondern auch kausal unabhängig sein. Um die Schwierigkeit an einem Beispiel ganz klar zu machen: Gewiß hätten wir gerne, daß die rote Ampel eine (unter den obwaltenden Umständen hinreichende) Ursache dafür ist, daß der Autofahrer anhält. Nun hat aber der Autofahrer bei dieser Gelegenheit aufs Bremspedal getreten; und wenn wir das zu den Umständen rechneten, dann wäre die rote Ampel doch keine Ursache des Anhaltens – weil eben der Autofahrer immer anhält, wenn er (lang genug) das Bremspedal drückt, egal ob die Ampel rot ist oder nicht. Aber natürlich wollen wir die Bremspedaltreterei nicht zu den Umständen rechnen, und der Grund dafür ist gerade, daß diese Treterei von der roten Ampel kausal abhängt.

Schien die Frage, ob der bestimmte Artikel zu einer Existenzquantifikation abgeschwächt werden müsse oder nicht, noch eine bloße Sache des letzten logischen Schliffs zu sein, so sind wir jetzt anscheinend in einen echten Zirkel geraten. Und diese Zirkelgefahr ist viel handfester als die, die sich mit der Verwendung des

Gesetzesbegriffs eingeschlichen haben mag. Solange sie nicht ausgeräumt ist, ist die verbesserte Regularitätstheorie zwar nicht falsch und auch nicht uninteressant, aber als echte Explikation des Ursachenbegriffs entwertet. Eine wesentliche Anstrengung wird darum später[1] gerade darin bestehen, einen Weg aus diesem drohenden Zirkel zu weisen.

So weit die zusätzlichen Schwierigkeiten, die man sich mit der Einführung der obwaltenden Umstände aufhalst. Doch davon ganz abgesehen, ist auch die verbesserte Regularitätstheorie noch nicht adäquat. In der Tat muß jede Form der Regularitätstheorie fehlschlagen, wenn das folgende Argument überzeugt. Es präsentiert zwei Beispiele, die von ihrer kausalen Struktur her für jede Regularitätstheorie ununterscheidbar sind und die wir aber, ohne zu zögern, kausal unterschiedlich beurteilen wollen. Hier die frühlingsfrischen Beispiele:[2]

Immer wenn es Frühling wird, setzt erst in den Bergen die große Schneeschmelze ein, wenig später führen unsere Flüsse Hochwasser, und schließlich blühen allerorten die Kirschbäume. Fügen wir die nicht zu gewaltsame Annahme hinzu, daß die große Schneeschmelze auch nur dann einsetzt, wenn es Frühling wird, da nur dann viel Schnee und viel Wärme zusammenkommen. Dies seien unsere wahren Gesetze. Unsere intuitive Kausalbeurteilung ist klar: Der Frühlingsanfang ist Ursache der Schneeschmelze und auch der Kirschblüte. Die Schneeschmelze ist Ursache des Hochwassers; daher ist der Frühlingsanfang, zumindest indirekt, auch Ursache des Hochwassers. Aber die Schneeschmelze (nebst Hochwasser) ist keine Ursache der Kirschblüte, auch wenn sie es von der zeitlichen Reihenfolge her sein könnte; die Kirschen fangen auch ohne das viele Wasser an zu blühen.

Gemäß der klassischen wie der verbesserten Regularitätstheorie ergibt sich etwas anderes: Der Frühlingsanfang ist eine notwendige und hinreichende Ursache für die Schneeschmelze und eine hinreichende Ursache von Hochwasser und Kirschblüte. So weit, so gut. Gemäß (2.1) ist jedoch die Schneeschmelze hinreichende Ursache sowohl für das Hochwasser wie für die Kirschblüte – letzteres deswegen, weil obigen Gesetzen zufolge auch das Gesetz gilt: immer wenn die große Schneeschmelze einsetzt, (hat der Frühling schon begonnen, und somit)

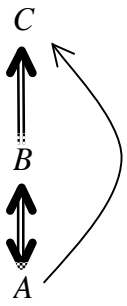
---

[1] S. Abschnitt 6.1, insbes. S. 219f.

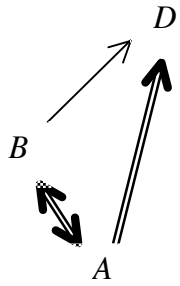
[2] Broad (1925), S. 453ff., und Mackie (1974), S. 81ff., diskutieren – letzterer präziser und ausführlicher als ersterer – den gleichartigen Fall der Arbeiter und Sirenen in London und Manchester, den Russell (1921), S. 97, ersonnen hat, und kommen anhand dieses Falls zu den gleichen negativen Schlußfolgerungen wie ich hier.

blühen die Kirschen. Und gemäß (2.3) ist die Schneeschmelze entweder für beides, Hochwasser und Kirschblüte, oder für keines hinreichende Ursache – je nachdem, ob man den Frühlingsanfang zu den obwaltenden Umständen rechnet oder nicht; und es ist hier kein guter Grund ersichtlich, warum man im Fall der Kirschblüte den Frühlingsanfang zu den Umständen der Schneeschmelze rechnen sollte, im Falle des Hochwassers aber nicht.

Machen wir uns die Sachlage noch einmal schematisch ganz klar. Mit A = Frühlingsanfang, B = Schneeschmelze, C = Hochwasser und D = Kirschblüte gelten die folgenden Schemata:



(Schema 1)



(Schema 2)

Die positive Zeitrichtung geht dabei von unten nach oben; die dicken Pfeile repräsentieren die oben explizit notierten Gesetze, die dünnen Pfeile logische Folgerungen daraus; die Breitenausdehnung hat nur suggestive Bedeutung. Hier erkennt man: Schema 1 und Schema 2 sind von ihrer zeitlichen wie von ihrer nomologischen Struktur her (für die dicke und dünne Pfeile gleich viel gelten) identisch. Die Regularitätstheorie hebt aber in der klassischen wie in der verbesserten Ausprägung nur auf die zeitliche und die nomologische Struktur ihrer Anwendungsfälle ab – letzteres war ja gerade das Kennzeichen der Regularitätstheorie. So ist es kein Wunder, daß sie zwischen – Schema 1 und Schema 2 keinen Unterschied machen kann; und das war es ja, was wir festgestellt hatten.

Wo für uns der intuitive Unterschied zwischen Schema 1 und Schema 2 liegt, ist unschwer auszumachen: Nehmen wir an, der Frühling hätte ordnungsgemäß begonnen, doch plötzlich weigerte sich der Schnee hartnäckig hinwegzuschmelzen. (Wenn obige Gesetze wahr sind, kann das zwar nicht passieren; aber wir können es uns trotzdem vorstellen.) Wir wären dann zu Recht über alle Maßen erstaunt, aber unser Weltbild würde dadurch nicht einstürzen, wir würden nicht

sagen: „Wenn das passiert, dann ist nichts mehr sicher in dieser Welt.“ Vielmehr würden wir differenziert reagieren; mit der Kirschblüte würden wir immer noch fest rechnen, nur das Hochwasser würde uns ungewiß. Oder auf die Schemata bezogen: Der dicke Doppelpfeil zwischen *A* und *B* wäre in beiden Schemata aufzugeben; aber an dem dicken Pfeil von *A* nach *D* würden wir trotzdem festhalten, während wir den dünnen Pfeil von *A* nach *C* zurückziehen würden.

In nuce: Die Regularitätstheorie kann zwischen den verschiedenen Pfeilen keinen Unterschied machen, während wir intuitiv genau das tun und so zu differenzierteren Kausalurteilen kommen, als es in der Regularitätstheorie möglich ist. Es dürfte klar sein, daß man nach diesem Strickmuster noch viele andere Beispiele konstruieren kann. In der Tat glaube ich, daß dieses Argument jeder mir bekannten Form der Regularitätstheorie unüberwindliche Schwierigkeiten präsentiert; wir werden uns nach prinzipiell verschiedenen Explikationsversuchen umsehen müssen. Die Regularitätstheorie wird deswegen nicht wertlos. Die Bezugnahme auf die geltenden Gesetze hat ihr bei der Analyse von Kausalaussagen zweifelsohne einen Teilerfolg eingebracht, und bessere Kausalanalysen sollten diesen Teilerfolg erklären können.

Wie könnte man den Unterschied zwischen Schema 1 und Schema 2 allgemein erfassen? Man müßte irgendwie stärkere und schwächere gesetzesmäßige Zusammenhänge unterscheiden können. Eine Möglichkeit hierzu fällt gleich ins Auge, wenn wir uns vergegenwärtigen, wie der Unterschied zwischen dicken und dünnen Pfeilen ursprünglich erläutert war, nämlich mittels des Unterschiedes zwischen explizit formulierten und bloß gefolgerten Gesetzen. Damit könnten wir unsere differenzierte Reaktion auf die Obstinatheit des Schnees so erklären: Wenn der dicke Doppelpfeil zwischen *A* und *B* verlorengeht, dann natürlich auch die Folgerungen daraus, aber auch nicht mehr als diese; d.h. der dünne Pfeil von *A* nach *C* geht mit verloren, nicht aber der dicke Pfeil von *A* nach *D*. Dieser Lösungsweg läßt sich verallgemeinern und präzisieren, er scheint sogar noch im Rahmen der Regularitätstheorie zu verbleiben, doch hält sich seine Attraktivität gleichwohl in Grenzen – wegen einer unschönen Konsequenz: Er macht sich von der Art und Weise abhängig, in der die Gesetze formuliert werden; wählt man eine andere, aber logisch äquivalente Formulierung der Gesetze, so gelangt man diesem Lösungsweg zufolge möglicherweise zu anderen Kausalurteilen. Man gerät so in die unangenehme Lage, sagen zu müssen, welche von den vielen logisch miteinander äquivalenten Formulierungen für unsere Zwecke die geeignete ist;

und das fällt schwer. Im Geiste der Regularitätstheorie ist das alles nicht; diese wollte ja nicht auf Gesetzesformulierungen, sondern auf Gesetze als objektive Tatbestände Bezug nehmen – in welcher Weise diese auch ausgedrückt seien.

Wie sonst könnte man einen Keil zwischen Schema 1 und Schema 2 treiben? Nun – wir haben's ja schon getan, es war doch ganz einfach. Wenn wir über vergangenen Schnee redeten, so sagten wir: „Wenn der Schnee nicht geschmolzen wäre, dann hätt's zwar kein Hochwasser gegeben, aber die Kirschen hätten trotzdem geblüht." Und wäre von zukünftigem Schnee die Rede, so würden wir sagen: „Wenn der Frühling anfinge und der Schnee dennoch nicht schmölze, so gäb's zwar kein Hochwasser, aber die Kirschen blühten trotzdem." Genau darin, daß wir in unserer kontrafaktischen und subjunktiven Rede über Hochwasser und Kirschblüte einen Unterschied machen, zeigt sich, daß für uns die Schneeschmelze fürs Hochwasser, aber nicht für die Kirschblüte ursächlich ist. Mithin sieht es so aus, als erfordere eine adäquate Kausalanalyse, daß wir diese kontrafaktische und subjunktive Rede systematisch in den Griff bekommen; und vielleicht ist das sogar alles, was erforderlich ist. Jedoch wenden wir uns damit offenkundig von der Regularitätstheorie ab und einem ganz neuen Versuch der Kausalanalyse zu.

2.3 Der kontrafaktische Ansatz

Wenn wir uns nun das kontrafaktische Reden gestatten, so scheint eine denkbar einfache Ursachenexplikation unmittelbar bereitzuliegen:

(2.5) Der Sachverhalt *A* ist eine notwendige Ursache des Sachverhalts *B* genau dann, wenn gilt:
- (a) *A* und *B* liegen beide vor,
- (b) *A* ist früher als *B*,
- (c) wenn *A* nicht der Fall gewesen wäre, dann wäre auch *B* nicht der Fall gewesen.

So steht's etwa auch schon an der besagten Stelle bei Hume. Ihm zufolge „mögen wir also eine Ursache definieren als: einen Gegenstand, dem ein anderer folgt, ... wobei, wenn der erste Gegenstand nicht bestanden hätte, der zweite nie ins Dasein

getreten wäre.“ (Hume (1777), S. 92f. – die Auslassung enthält gerade das, was wir schon zitiert haben.)

(2.5) entspricht offenkundig den bisherigen Versuchen zur Explikation von „notwendige Ursache“. Die entsprechende Explikation von „hinreichende Ursache“ ist nicht ganz so naheliegend, da nun die Formulierung der Bedingung (c) Schwierigkeiten macht; so etwas zu sagen wie „wenn *A* der Fall wäre, wäre auch *B* der Fall“, ist jedenfalls seltsam, wo schon vorausgesetzt ist, daß *A* und *B* beide der Fall sind. Folgen wir einem sprachlich auch nicht ganz ungezwungenen Vorschlag von Mackie (1974), S. 39:

(2.6) Der Sachverhalt *A* ist eine hinreichende Ursache des Sachverhalts *B* genau dann, wenn gilt:
- (a) *A* und *B* liegen beide vor,
- (b) *A* ist früher als *B*,
- (c) wenn *B* nicht der Fall gewesen wäre, dann wäre *A* auch schon nicht der Fall gewesen.

Wieder einige Nebenbemerkungen vorweg: Was immer im Rahmen der Regularitätstheorie an der zeitlichen Bedingung oder am Reden über Sachverhalte vorläufig oder problematisch war, ist es hier natürlich ebenso. Auch ist nach wie vor unklar, ob der umgangssprachliche Ursachenbegriff eher mit (2.5) oder mit (2.6) oder mit einer logischen Kombination daraus gleichzusetzen sei.[1] Schließlich fällt auf, daß eine wichtige Errungenschaft aus unserer Diskussion der Regularitätstheorie, die Bezugnahme auf die obwaltenden Umstände, hier unversehens wieder in der Versenkung verschwunden zu sein scheint. Dem ist nicht so; doch will ich erst weiter unten darauf zurückkommen.

Zweifelsohne ist aber wieder die Bedingung (c) der kritischste Bestandteil von (2.5) und (2.6). Der erste Gedanke dazu dürfte sein, daß da wohl der Teufel mit dem Beelzebub ausgetrieben werden solle. Das ist nur zu verständlich. Denn wenn der Zusammenhang zwischen kausalen und kontrafaktischen Aussagen so eng und simpel ist wie in (2.5) und (2.6), so wird alles, was an den ersteren dunkel und schwierig ist, auch den letzteren zu schaffen machen; und dazu lädt man sich

[1] Mackie (1974) diskutiert diese Frage auf den S. 38–49 ausführlich und ohne klare Schlußfolgerung.

all die Undurchsichtigkeiten und Vagheiten kontrafaktischer Rede auf, die kausaler Rede nicht anzuhaften scheinen.

Kontrafaktische Aussagen stehen nämlich in denkbar schlechtem Rufe. Kontrafaktisch scheint sich so ziemlich jeder Unfug behaupten zu lassen. Kontrafaktische Dispute machen häufig keinen sonderlich geregelten Eindruck, und um ihre Entscheidbarkeit ist es schlecht bestellt. In der Tat ist schon die Wahrheitsfähigkeit kontrafaktischer Aussagen zweifelhaft; vom Standpunkt einer naiven Korrespondenztheorie der Wahrheit aus betrachtet, ist jedenfalls sehr rätselhaft, welche Tatsachen einer wahren kontrafaktischen Aussage entsprechen sollen. Manche haben sich drum darauf zurückgezogen, statt Wahrheitsbedingungen kontrafaktischer Aussagen lediglich zu untersuchen, unter welchen Bedingungen sie sich begründet behaupten oder akzeptieren lassen;[1] das paßt natürlich schlecht zu (2.5) und (2.6), wenn man Kausalaussagen für wahrheitsfähig hält. Endlich ist die kontrafaktische Rede so etwas wie das Schreckgespenst logisch orientierter Philosophie. Das schöne Programm der logischen Positivisten, jeden empirisch sinnvollen Begriff mit den Mitteln der Beobachtungssprache – was immer das genau ist – explizit zu definieren, scheiterte zuerst an den Dispositionsprädikaten: Prädikaten, die ausdrücken, wie sich ein Gegenstand verhalten *würde*, wenn er in einer bestimmten Situation *wäre*.[2] Das mehrfach und auch hier virulente Problem der Gesetzesartigkeit läuft an genau derselben Stelle auf: Gesetzesartige Allsätze zeichnen sich gerade dadurch aus, daß sie kontrafaktische Aussagen *stützen*. Die Annahme des Allsatzes „alle Eier sind nach acht Minuten hart gekocht“ läßt uns auch die Aussage „wäre das Ei des Kolumbus acht Minuten lang gekocht worden, so wäre es hart gewesen“ bejahen; drum ist er gesetzesartig. Hingegen mag der Allsatz „alle Münchner Trambahnbenutzer sind weniger als hundert Jahre alt“ wahr sein; doch wenn sich Frau Hinterhuber, eine hundertzweijährige Münchnerin, in die Trambahn setzte, so würde sie sich nicht wundersamerweise verjüngen; vielmehr wäre der Allsatz falsch, und drum ist er nicht gesetzesartig.[3] Und so spukt das Gespenst noch mancherorts, ohne daß man seiner so recht habhaft geworden wäre. Man hat allen Anlaß, dem kontrafaktischen Ansatz zur Kausalanalyse mißtrauisch gegenüberzustehen.

---

[1] So etwa Ellis (1979), S. 27ff., oder auch Putnam (1983), S. 62.

[2] Vgl. Carnap (1936/37) oder Stegmüller (1970), Kap. IV.

[3] Vgl. etwa Stegmüller (1983), Kap. V, insbes. Abschn. 1–3.

Andererseits darf man nicht übersehen, was den kontrafaktischen Ansatz trotzdem reiz- und hoffnungsvoll erscheinen läßt. Es ist ein so elementarer Grund, daß er meist gar nicht erwähnt wird. Kausalanalysen, die sich auf solche Dinge wie kausale Notwendigkeit oder Kräfte berufen, führen einen klärungsbedürftigen Inhalt auf einen vermutlich nicht minder dunklen Inhalt zurück. Demgegenüber eröffnet der kontrafaktische Ansatz die Möglichkeit, die Bedeutung von Kausalaussagen mittels einer *grammatischen Konstruktion* zu erklären; und wir haben die eingefleischte, durch bisherige Erfahrungen keineswegs vernichtete Hoffnung, daß grammatische Konstruktionen viel eher als Inhaltliches der logischen Analyse zugänglich sein müßten. Insofern bietet der kontrafaktische Ansatz eine weitere – nach dem Scheitern der Regularitätstheorie sogar die einzige – Chance auf eine exakte und auch intuitiv zirkelfreie Explikation des Ursachenbegriffs. Nach obiger Aufzählung mag diese Hoffnung leicht verzweifelt anmuten.

Jedoch: Defätismus ist hier überhaupt nicht am Platze. Die Diskussion der Regularitätstheorie hat uns wie von selbst dem Schreckgespenst kontrafaktischer Rede in die Arme getrieben. Aussichtsreiche Wege, die daran vorbeiführen, sind nicht in Sicht. Also bleibt uns gar nichts anderes übrig, als uns dem Gespenst zu stellen.

So weit war das nur einigermaßen vage Heuristik, die uns dem kontrafaktischen Ansatz trotz seiner geringen Faßlichkeit gewogen machen sollte. Nun ist zu betonen, daß das Schreckgespenst schon viel von seinem Schrecken verloren hat. Vor zehn oder zwanzig Jahren wäre es noch furchterregender beschrieben worden, doch ist mittlerweile eine Flut von Veröffentlichungen über es hereingebrochen, die es zumindest sehr in die Enge getrieben hat. Es ist hier freilich nicht der Platz für einen auch nur summarischen Überblick über diese Flut.[1] Ich will hier nur kurz einige Namen nennen und dann die Grundgedanken der wichtigsten Ansätze kontrafaktischer Aussagen einführend vorstellen.

Es lassen sich etwa vier Arten von Ansätzen unterscheiden. Da gibt es die, wie Lewis (1973a) sie nennt, *metasprachliche Theorie*, die bis in die sechziger Jahre hinein praktisch den einzigen Ansatz zur Analyse kontrafaktischer Rede bildete; ihr sind etwa Chisholm (1946), Goodman (1947) und Mackie (1962) zuzurechnen; Rescher (1964) kann man ebensogut als Vorläufer der beiden nächsterwähn-

[1] Einen sehr guten Überblick erhält man durch Lewis (1973a). Die neuere Diskussion ist noch nicht so lehrbuchartig zusammengefaßt; zu empfehlen wären hier etwa Harper (1980), in rein formaler Hinsicht Nute (1980), Kap. 3 und 4, und im Deutschen von Kutschera (1976), Kap. 3 und 4.

ten Ansätze betrachten. Dann gibt es die sogenannte *Ähnlichkeitssemantik*, die für den Diskussions-Boom der letzten Jahre wesentlich verantwortlich ist; ihr gehören Stalnaker (1968), Stalnaker, Thomason (1970), Lewis (1973a) samt seinen neueren Veröffentlichungen und auch Pollock (1976) zu. Schließlich gibt es die *epistemischen Interpretationen*, die nach 1965 auftauchten und deren Vertreter unter anderen Adams (1965, 1975), Ellis (1978, 1979) und Gärdenfors (1979, 1981) und auch Harper (1976) sind. Vom erstgenannten sollte man vielleicht noch den Ansatz von Kratzer (1981) unterscheiden, den Lewis (1981) *Prämissensemantik* nennt. Insgesamt ist der Markt aber noch unübersichtlich, und die Übergänge sind fließend, so daß gleichberechtigte Klassifikationen den einen oder anderen Ansatz mehr identifizieren mögen. Doch braucht uns das hier in den Präliminarien nicht zu kümmern. Hier will ich nur auf die beiden erstgenannten Ansätze eingehen. Mein eigenes Heil werde ich später im dritten suchen; er wird im Abschnitt 5.2 im Detail geschildert und mit den ersten zwei verglichen werden.

Was nun die Analyse kontrafaktischer Aussagen betrifft, so sind im ersten Schritt unsere Experten noch alle vereint. Kontrafaktische und ähnliche Aussagen sind reich an Präsuppositionen und Implikaturen. So präsupponiert „wenn *A* der Fall gewesen wäre, so auch *B*“, daß *A* und *B* beide nicht der Fall sind; und äußert jemand eine Subjunktion wie „wenn *A* der Fall wäre, so auch *B*“, so implikiert dies in der Regel, daß er nicht weiß, ob *A* und *B* der Fall sind. Ferner beziehen sich kontrafaktische Aussagen immer auf (relativ zum Äußerungszeitpunkt) vergangene Sachverhalte; um über die Zukunft kontrafaktisch zu reden, muß man sich – wenn's überhaupt geht – umständlich ausdrücken – vielleicht so: „*A* und *B* werden nicht der Fall sein, aber wenn *A* trotzdem der Fall sein würde, dann auch *B*“. Umgekehrt fällt es schwer, über die Vergangenheit bloß subjunktiv zu reden; man wird sich dann mit indikativischen Wenn-dann-Sätzen behelfen. Auch empfindet man die Aussage „wenn *A* der Fall gewesen wäre, dann wäre *B* der Fall gewesen“ in der Regel als zumindest merkwürdig, wenn *B* zeitlich vor *A* liegt; die Einfügung des Wörtchens „schon“ in (2.6), (c), hat diesen Eindruck hoffentlich gemildert. Wieder anders verhält es sich beim kontrafaktischen und subjunktiven Reden über zeitlose Sachverhalte. Und eine genauere Analyse umgangssprachlicher, konjunktivischer Wenn-dann-Konstruktionen förderte da vermutlich noch mehr Eigenheiten zu Tage.

All das empfindet man als lästig, und drum möchte man davon abstrahieren. Das ist nicht schwer. Man führt eine symbolische Schreibweise, etwa „$\hookrightarrow$“, für

eine zweistellige Satzverknüpfung ein, die aus zwei Sätzen *A* und *B* den Satz „*A* ↪ *B*“ erzeugt, und erklärt diese zum eigentlichen Untersuchungsgegenstand. Man empfiehlt, „*A* ↪ *B*“ als „wenn *A* der Fall wäre, so wäre *B* der Fall“ zu lesen – denn irgendwie muß man's ja lesen –, aber nicht gleich umgangssprachlich so zu verstehen. Vielmehr soll die Bedeutung von „*A* ↪ *B*“ völlig frei sein von Präsuppositionen und Implikaturen bezüglich der Wahrheit, Falschheit, Bekanntheit und Unbekanntheit von *A* und *B* und bezüglich der zeitlichen Relationen zwischen *A* und *B* und eventuellen Äußerungen von „*A* ↪ *B*“. Erst zusammen mit geeigneten solchen Präsuppositionen oder Implikaturen darf man „*A* ↪ *B*“ in die entsprechende umgangssprachliche Ausdrucksweise überführen.[1] Diese Abstraktion dürfte noch harmlos sein; sie entfernt die Satzverknüpfung „↪“ nicht allzuweit von unserem intuitiven Zugriff, auch wenn die Übersetzungsverhältnisse zwischen umgangssprachlichen Wenn-dann-Sätzen und ↪-Sätzen nicht immer klar sind.

Mit diesem ersten Abstraktionsschritt ist jedenfalls unnötiger Ballast abgeworfen und eine gewisse Vereinheitlichung erzielt worden, die sich als sehr nützlich erweist. Die Einmütigkeit der Fachleute setzt sich nämlich in einem wichtigen Punkt fort: Es hat sich so etwas wie ein Standardkalkül für die Logik von „↪“ herausgeschält, der im Wesentlichen in Lewis' System VC (Lewis (1973a), S. 132) besteht. Hinsichtlich einiger kleiner Abstriche und Zusätze ist die veröffentlichte Meinung dabei größtenteils indifferent; stärker abweichende Kalküle wurden zwar vorgeschlagen,[2] haben aber weniger Anhänger gefunden. Daß dieses große Maß an Übereinstimmung trotz ganz unterschiedlicher Analyse der Bedeutung von „↪“ möglich war, ist ein nicht zu unterschätzender Gewinn. Die Situation ist damit ähnlich wie in der Wahrscheinlichkeitstheorie. Was die Interpretation der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie anlangt, so ist da die Situation so unentschieden wie eh und je. Doch wie viele fruchtbare Entwicklungen und wieviel mehr an Klarheit bezüglich dieser Interpretationen verdanken wir der Tatsache, daß die mathematische Struktur des Wahrscheinlichkeitsbegriffs schon lange im Wesentlichen fixiert ist. Diese Parallele scheint mir überhaupt nicht zufällig zu sein; im Kapitel 5 wird ihre Herkunft klarwerden.

Bei der Interpretation von „↪“ ist es aus mit der breiten Einigkeit. Die älteste und am nächsten liegende Auffassung ist die, wie Lewis (1973a), S. 65, sie nennt,

---

[1] So macht es Lewis (1973a), S. 2–4.

[2] Z.B. der Kalkül C2 von Stalnaker (1968) oder der Kalkül SS von Pollock (1976), S. 42f.

metasprachliche Theorie. Ihr Grundgedanke ist, daß bei einem kontrafaktischen Konditional „$A \hookrightarrow B$“ immer bestimmte weitere Prämissen im Hintergrunde stehen, mit denen A B logisch impliziert. Oder etwas genauer: Die kontrafaktische Aussage „$A \hookrightarrow B$“ heiße genau dann durch den Schluß von A und A_1, ..., A_n auf B *gestützt*, wenn dieser Schluß logisch gültig ist und wenn sich A_1, ..., A_n als zu A hinzukommende Prämissen eignen. Manche nennen dann „$A \hookrightarrow B$“ wahr, wenn es einen Schluß gibt, der es stützt; andere nennen es behauptbar, wenn man glaubt, es gebe einen stützenden Schluß; und wieder andere fassen es als elliptische Darlegung eines bestimmten stützenden Schlusses auf.[1] Welcher dieser drei Fassungen man auch zuneigt – das Hauptproblem für die metasprachliche Theorie ist natürlich, genau zu sagen, wann sich eine Aussage als zusätzliche Prämisse für einen stützenden Schluß eignet.

Zwei Sorten geeigneter Aussagen wurden unterschieden. Zur ersten gehören solche Aussagen, die in der jeweiligen Äußerungssituation von Sprecher und Hörer als gemeinsames Wissen angenommen sind. Welche Aussagen das jeweils sind, ist außerordentlich variabel. Wenn ich etwa anfange, „wenn ich an deiner Stelle wäre ...“, so hängt die Akzeptabilität meiner Fortsetzung ganz davon ab, wie weit ich mich in die Lage meines Gegenübers hineinversetze, ob ich also von meinen oder seinen Wünschen und Zielen, von meinen oder seinen finanziellen Verhältnissen, von meinem oder seinem Charakter, etc. ausgehe; und in der Regel werde ich durch die Art meiner Fortsetzung oder sonstwie klarmachen, von welchen Dingen ich ausgehe. Mit der starken, situationsbedingten Variabilität dieser Sorte geeigneter Prämissen ließ sich der schwankende Gebrauch kontrafaktischer Aussagen ganz gut erklären; aber eben deswegen wurde auch die weitere Untersuchung dieser Art von Eignung als ziemlich hoffnungslos angesehen.

Das Augenmerk war ohnehin auf die zweite Sorte geeigneter Aussagen gerichtet. Dispute über kontrafaktische Aussagen entzünden sich ja meist nicht an solchen Prämissen, die als gemeinsames Wissen unterstellt wurden, sondern vielmehr an solchen, die bloß als wahr unterstellt wurden. Behaupte ich, der Minister wäre nicht zurückgetreten, wenn seine Fraktion zu ihm gestanden wäre, so könnte jemand kontern: „Aber nein, sein Hausarzt hat ihm schon lange dringend zum Rücktritt geraten.“ Und je nachdem, ob letzteres stimmt oder nicht, wäre meine kontrafaktische Aussage falsch oder nicht. Allerdings eignet sich nicht jede wahre Aussage als Prämisse für einen „$A \hookrightarrow B$“ stützenden Schluß. Behaupte ich, der

[1] So fast wortwörtlich Lewis (1973a), S. 69. Vgl. auch zum folgenden dort S. 65–77.

Autofahrer hätte nicht angehalten, wenn die Ampel nicht rot gewesen wäre, so ist es unzulässig zu kontern: „Aber nein, der Autofahrer hat doch aufs Bremspedal getreten.“ Das ist deswegen unzulässig, weil der Autofahrer ja auch nicht aufs Bremspedal getreten hätte, wenn die Ampel nicht rot gewesen wäre. Zur zweiten Sorte der für die Stützung von „$A \hookrightarrow B$“ geeigneten Prämissen gehören also – so sagte man dann, um einen Namen zu haben – genau die mit *A mithaltbaren*, wahren Aussagen, wobei natürlich noch zu sagen ist, was Mithaltbarkeit sein soll.[1] Aber das Unglück ist schon abzusehen. Wir rennen hier in den gleichen Zirkel, in den uns schon die obwaltenden Umstände in der verbesserten Regularitätstheorie gebracht haben. Dort waren die Umstände einer Ursache *A* (und einer zugehörigen Wirkung *B*) gerade die vorliegenden, von *A* (und *B*) kausal unabhängigen Sachverhalte; und hier sind die mit einer kontrafaktischen Annahme *A* mithaltbaren, wahren Aussagen gerade diejenigen wahren Aussagen, die auch dann, wenn *A* wahr wäre, immer noch wahr wären. Mithaltbarkeit läßt sich, so scheint es, nur wieder mit Hilfe kontrafaktischer Aussagen erläutern. In diesem Zirkel kreist die metasprachliche Theorie bis heute, eine inhaltlich adäquate und zugleich zirkelfreie Charakterisierung von Mithaltbarkeit hat sich nicht finden lassen.[2] Eine befriedigende Explikation kausaler Terminologie liefert uns also auch der kontrafaktische Ansatz, jedenfalls über die skizzierte metasprachliche Theorie, nicht.

Doch dürfte mittlerweile deutlich geworden sein, wieso die in (2.3) und (2.4) auftauchenden Umstände in (2.5) und (2.6) nicht ausdrücklich zu erwähnen waren; sie sind in der Klausel (c) von (2.5) und (2.6) implizit als weitere Prämissen des benötigten stützenden Schlusses enthalten. Auch ist zu betonen, daß der kontrafaktische Ansatz sich unter der metasprachlichen Theorie nicht zur verbesserten Regularitätstheorie zurückentwickelt hat: Wahre Gesetze gehören intuitivem Verständnis nach nicht zu den Umständen einer Ursache, aber nach ihrer Mithaltbarkeit mit einer kontrafaktischen Annahme läßt sich sehr wohl fragen. Z.B. wäre in den Schemata 1 und 2 (S. 41) das vom dicken Pfeil von *A* nach *D* repräsentierte Gesetz, aber nicht das vom dünnen Pfeil von *A* nach *C* repräsentierte Gesetz mit der kontrafaktischen Annahme, daß der Schnee trotz Frühlingsbeginns nicht schmilzt, mithaltbar. Den Vorteil des kontrafaktischen Ansatzes, zwischen Schema 1 und Schema 2 unterscheiden zu können, haben wir uns wenigstens erhalten.

---

[1] Den Begriff der Mithaltbarkeit oder „cotenability“ hat Goodman (1947) eingeführt

[2] Vgl. Stegmüller (1983), Kap. V, Abschn. 4, und Lewis (1973a), S. 57+69f.

Eine konkurrierende Theorie kontrafaktischer Konditionale, die sogenannte *Ähnlichkeitssemantik*, fährt prima facie besser. Ihr Grundgedanke läuft so.[1] Um herauszufinden, ob die kontrafaktische Aussage „$A \hookrightarrow B$“ gilt oder nicht, muß ich zuerst – gedanklich – unsere wirkliche Welt, in der non-A gilt, zu einer Welt abändern, in der A gilt, und dann nachprüfen, ob in der veränderten Welt auch B gilt. Jedoch sind dabei nicht alle möglichen, wilden Änderungen erlaubt; damit könnte man ziemlich jede kontrafaktische Aussage als wahr erweisen. Vielmehr dürfen nur die allernotwendigsten, minimalen Änderungen vorgenommen werden, Oder weniger (gedanken-)experimentell ausgedrückt: „$A \hookrightarrow B$“ ist genau dann wahr, wenn B in all denjenigen Welten wahr ist, die von all den Welten, in denen A wahr ist, der unseren am ähnlichsten sind. Aus diesem Grundgedanken wurde eine formal einwandfreie, formale Semantik und darüber eine nützliche und exakte logische Theorie für kontrafaktische Konditionale entwickelt. Aber ist das auch als Bedeutungsanalyse erhellend? Positiv fällt auf, daß in der formulierten Wahrheitsbedingung für „$A \hookrightarrow B$“ keine kontrafaktischen oder subjunktiven Konstruktionen und auch keine kausalen Ausdrücke vorkommen; in einen Zirkel geraten wir damit anscheinend nicht. Negativ fällt auf, daß wir die für diese Wahrheitsbedingung entscheidende Wendung, die Rede von der Ähnlichkeit möglicher Welten mit der unsrigen, intuitiv auch nicht sonderlich gut im Griff haben. Schon Ähnlichkeitsvergleiche zwischen alltäglichen, realen Gegenständen sind häufig eine schwammige Angelegenheit; umso schwieriger und subjektiver erscheinen Ähnlichkeitsvergleiche zwischen fiktiven und so groß geratenen Gegenständen wie möglichen Welten.[2]

Doch dürfen wir uns nicht einmal das bißchen an intuitivem Verständnis, das wir haben, bewahren. Betrachten wir ein Beispiel von Lewis (1979a): Wenn Reagan am 31.12.81 – weiß der Himmel, warum – im Weißen Haus jenen sagenhaften Knopf, mit dem automatisch die amerikanischen Interkontinentalraketen gestartet werden, gedrückt hätte, dann wäre wahrlich die Endzeit gekommen. Doch einem ganz naiven Ähnlichkeitsverständnis zufolge wäre die folgende Welt der wirklichen viel ähnlicher als jene apokalyptische Vorstellung: Reagan drückt (versehentlich) den Knopf, just zu diesem Zeitpunkt verhindert ein momentaner Wackelkontakt, daß das Startsignal an die Raketen weiterwandert, es bleibt also

---

[1] Vgl. zum folgenden Lewis (1373a), Abschn. 1.1–1.4.

[2] Diese Kritik wurde verschiedentlich vorgebracht, z.B. in von Kutschera (1976), S. 114f., und Mackie (1973), S. 88ff.

alles, wie es war und ist, niemand außer Reagan selbst weiß etwas von dem ominösen Vorfall, und dieser verdrängt ihn auch so schnell wie möglich. Damit bekommen wir aber die falschen kontrafaktischen Aussagen. Es ist die obige kontrafaktische Aussage, die wahr ist, und nicht die Aussage „wenn Reagan den Knopf gedrückt hätte, hätte es momentan einen Wackelkontakt gegeben“. Oder, mit Lewis' Worten, ein kleines Wunder ist oft eine größere Abweichung von der Wirklichkeit als der Weltuntergang.

Lewis selbst nimmt uns die Schlußfolgerung aus dem Munde (die „Analyse 2“, die im Zitat auftaucht, ist gerade die oben formulierte Wahrheitsbedingung für „$A \rightsquigarrow B$“): „Wir dürfen nicht damit anfangen, ein für allemal zu entscheiden, was wir über Ähnlichkeiten von Welten denken, um dann mit diesen Entscheidungen die Analyse 2 prüfen zu können. ... Vielmehr müssen wir unser Wissen über die Wahrheit und Falschheit kontrafaktischer Aussagen verwenden, um festzustellen, ob wir eine bestimmte Ähnlichkeitsrelation – nicht unbedingt die erste, die einem in den Sinn kommt – finden können, die mit Analyse 2 kombiniert die richtigen Wahrheitsbedingungen liefert. Diese Kombination ist es, die mit unserem Wissen über kontrafaktische Aussagen verglichen werden kann, und nicht die Analyse 2 für sich allein. Auf der Suche nach einer Kombination, die dem Vergleich standhält, müssen wir unser Wissen über kontrafaktische Aussagen verwenden, um die angemessene Ähnlichkeitsrelation in Erfahrung zu bringen – und nicht andersherum.“ (Lewis (1979a), S. 466f.)

Dies halte ich für das klarste Eingeständnis seitens der Ähnlichkeitssemantiker, daß ihr Verfahren statt in einen formalen in einen intuitiven Zirkel mündet. Um es wieder zu betonen: Wertlos wird damit die umfangreiche und hier gar nicht erörterte Detailarbeit über kontrafaktische Konditionale überhaupt nicht; den Gewinn, den so etwas wie ein Standardkalkül kontrafaktischer Konditionale mit sich bringt, hatte ich ja auch schon herausgestrichen. Nur bei unserer Suche nach einer Reduktion von Kausalem auf Nicht-Kausales sind wir nach wie vor nicht fündig geworden.

Das freilich ist traurig genug. Um noch einmal in Metaphorik abzugleiten: Jeder, der sich mit den theoretischeren Produkten unseres Geistes auseinandersetzt, wird sich am Ende des Eindrucks nicht erwehren können, daß er da dauernd in einem großen Sumpf herumwatet, ohne jemals wirklich festen Boden unter die Füße zu bekommen. Den Sumpf trockenzulegen, ist ganz ausgeschlossen (und gar nicht begehrenswert); aber auch ein sicheres Ufer, von dem aus man feste Wege

in den Sumpf bauen könnte, scheint unerreichbar. So verlegt man sich aufs Zweitbeste und versucht, sich in dem Sumpf einzurichten – indem man einige Inseln etwas befestigt (eine solche Insel wäre der erwähnte Standardkalkül für kontrafaktische Aussagen) oder indem man einige starre Schienen verlegt, auf denen man sich halbwegs sicher bewegen kann, bis man an ihren Enden wieder in den Sumpf fällt (eine solche Schiene wäre etwa die angedeutete Ähnlichkeitssemantik, die kontrafaktische mit Ähnlichkeitsaussagen starr verbindet). Prinzipiell Besseres scheint utopisch und wird auch hier in dieser Arbeit nicht herauskommen. Aber selbst wenn wir uns solchermaßen bescheiden, ist der bisherige Ertrag dieser einführenden Darstellung etwas enttäuschend. Die bis jetzt gelegten (oder eigentlich nur entworfenen) Schienen reichen nur kurze Strecken weit, die kaum aus dem Sumpfgebiet „Kausalität“ in neue Gebiete hinausführen; insbesondere scheint sich die Ähnlichkeitsschiene, wie obiges Zitat belegt, gleich wieder in sich selbst zurückzubiegen. Und dieser Zustand läßt sich schon noch verbessern; die später angebotenen Schienen greifen, glaube ich, weiter aus.

2.4 Das probabilistische Paradigma

In unserer vorbereitenden Schilderung fehlt noch ein letzter Ansatz zur Kausalanalyse, der sich wegen der Neuartigkeit der von ihm herangezogenen Mittel mit den bisher diskutierten Versuchen nicht in eine argumentative Linie bringen zu lassen scheint. Von Naturgesetzen, kontrafaktischen Aussagen und Ähnlichem ist da nirgends die Rede, stattdessen immer nur von bedingten und nicht-bedingten Wahrscheinlichkeiten von Sachverhalten; und nur an diesen soll abzulesen sein, ob ein Sachverhalt Ursache eines anderen ist. Es geht also, mit anderen Worten, um einen positiven Beitrag zur Problematik (7) von S. 18ff. Die Motivation hierfür ist begreiflich genug. Nur zu häufig, insbesondere bei komplexen Geschehen, sind probabilistisch aufgeweichte Begründungen für Kausalbehauptungen die nächstliegenden oder gar die einzig vorhandenen, während auf tieferliegende Begründungen, die etwa im Sinne der Regularitätstheorie die Behauptung der Existenz geeigneter deterministischer Gesetze einlösen, allenfalls eine vage Hoffnung besteht. Dies gilt nicht nur für alltägliche Kausalaussagen, sondern auch innerhalb allen statistisch oder probabilistisch arbeitenden Wissenschaften, denen man schlecht völlig das Recht absprechen kann, über Kausalbeziehungen zu reden. Die

Möglichkeit einer probabilistischen Kausalanalyse hat unter Philosophen in neuerer Zeit Suppes (1970) am eindringlichsten vor Augen geführt, und drum halte ich mich in meiner Schilderung ganz an ihn. Dabei ist es mir jedoch besonders darum zu tun darzulegen, daß der Wechsel vom deterministischen zum probabilistischen Rahmen gar nicht so dramatisch ist, wie es zuerst scheinen mag; vielmehr ähneln die innerhalb dieser Rahmen jeweils angestellten Überlegungen einander in verblüffendem Maße.

Ohne Umschweife startet Suppes (1970) auf S. 12 mit der Einführung der wegen späterer Modifikationen so genannten Prima-facie-Ursachen. Mit $P(A)$ sei dabei im weiteren die (absolute) Wahrscheinlichkeit dafür ausgedrückt, daß der Sachverhalt A vorliegt; $P(B \mid A)$ gebe die durch den Sachverhalt A bedingte Wahrscheinlichkeit des Sachverhalts B. Woher die Wahrscheinlichkeiten rühren, kann man nach Suppes offenlassen; sie können aus einer probabilistischen wissenschaftlichen Theorie errechnet sein, sie können durch sorgfältige Statistiken empirisch ermittelte Wahrscheinlichkeiten sein, oder sie können auch bloß unsere wohlinformierten subjektiven Überzeugungsgrade repräsentieren (vgl. Suppes (1970), S. 13).

(2.7) Der Sachverhalt A ist eine Prima-facie-Ursache des Sachverhalts B genau dann, wenn gilt:
- (a) A und B liegen beide vor,
- (b) A ist früher als B,
- (c) $P(B \mid A) > P(B)$.[1]

Suppes macht auf S. 12–21 diese erste Begriffsbildung plausibel. Wir wollen uns stattdessen die Analogie von (2.7) zur klassischen Regularitätstheorie (2.1) und (2.2) verdeutlichen: Gemäß (2.7) zeichnet sich eine Prima-facie-Ursache dadurch aus, daß sie die Wahrscheinlichkeit ihrer Wirkung erhöht; mit ihr ist die Wirkung wahrscheinlicher als ohne sie (man beachte, daß „$P(B \mid A) > P(B)$“ und

[1] Bei Suppes schaut die Definition etwas anders aus. Bei ihm ist von Ereignissen die Rede; im Abschnitt 4.4 wird jedoch klar werden, dass diese im Sinne unserer Erläuterungen zur Problematik (3), S. 12ff., gerade Sachverhalte und nicht Ereignisse sind. – Die zeitlichen Verhältnisse drückt Suppes über eine zeitliche Indizierung der Sachverhaltsbezeichnungen aus; hier verfahren wir noch so informell, dass das nicht nötig ist. – Die Bedingung (c) präsupponiert natürlich, dass $P(A) > 0$; Suppes formuliert letzteres als gesonderte Bedingung. – Die Bedingung (a) fehlt bei Suppes; auf S. 40 kommentiert er diesen Punkt und stellt für so etwas wie tatsächliche Verursachung selbst diese Bedingung.

„$P(B \mid A) > P(B \mid \text{non-}A)$“ äquivalente Bedingungen sind). Oder um es etwas seltsam auszudrücken: die Prima-facie-Ursache verbessert den Möglichkeitsstatus ihrer Wirkung. Denn genau dasselbe leistet eine hinreichende bzw. eine notwendige Ursache gemäß (2.1) und (2.2): Aufgrund einer hinreichenden Ursache ist gemäß (2.1) ihre Wirkung naturgesetzlich notwendig; und daß die Wirkung in Abwesenheit der hinreichenden Ursache nicht naturgesetzlich notwendig ist, ist in (2.1) zwar nicht mitformuliert, aber gewißlich mitgedacht (im verbesserten (2.3) ist dieser Punkt explizit berücksichtigt). Ebenso macht gemäß (2.2) eine notwendige Ursache ihre Wirkung naturgesetzlich möglich; in Abwesenheit der notwendigen Ursache wäre die Wirkung naturgesetzlich unmöglich. Mit anderen Worten: Eine hinreichende Ursache hebt ihre Wirkung vom Status „unmöglich“ oder „kontingent“ in den Status „notwendig“, eine notwendige Ursache hebt ihre Wirkung vom Status „unmöglich“ in den Status „kontingent“ oder „notwendig“. Da es im deterministischen Fall nur die drei Möglichkeitsstatus „unmöglich“, „kontingent“ und „notwendig“ – von unten nach oben – gibt, gab es entsprechend auch zwei verschiedene Statushebungen zu unterscheiden (alle anderen Statushebungen lassen sich mit Hilfe der zwei definierten ausdrücken). Im probabilistischen Fall werden die Möglichkeitsstatus durch Wahrscheinlichkeiten repräsentiert; deswegen nun die unendlich vielen möglichen Statushebungen alle zu unterscheiden, hat keinen rechten Sinn; es ist vernünftiger, alle möglichen Statushebungen in dem *einen* Begriff der Prima-facie-Ursache zusammenzufassen. Der Analogie tut dies gewiß keinen Abbruch.

Sie setzt sich vielmehr fort: Suppes nennt im wesentlichen zwei Weisen, in denen von (2.7) geleitete Kausalvermutungen zu modifizieren sind; Prima-facie-Ursachen können sich zum einen entweder als echte oder als scheinbare und zum andern entweder als direkte oder als indirekte Ursachen erweisen. Hinsichtlich der Scheinbarkeit von Ursachen schwankt Suppes unentschieden zwischen zwei Explikationen (vgl. Suppes (1970), S. 21–27):

(2.8) Der Sachverhalt *A* ist im 1. Sinne eine scheinbare Ursache des Sachverhalts *B* genau dann, wenn *A* gemäß (2.7) eine Prima-facie-Ursache von *B* ist und wenn es einen Sachverhalt *C* gibt derart, daß gilt:
   (a) *C* liegt vor,
   (b) *C* ist früher als *A*,

(c) $P(B \mid A \text{ und } C) = P(B \mid C)$.[1]

(2.9) Der Sachverhalt A ist im 2. Sinne eine scheinbare Ursache des Sachverhalts B genau dann, wenn A gemäß (2.7) eine Prima-facie-Ursache von B ist und wenn es Sachverhalte $C_1, ..., C_n$ gibt derart, daß gilt:
(a) $C_1, ..., C_n$ sind paarweise logisch unverträglich und zusammen logisch erschöpfend (d.h. es ist logisch notwendig, daß genau einer der Sachverhalte $C_1, ..., C_n$ vorliegt),
(b) die $C_1, ..., C_n$ sind alle früher als A,
(c) für alle $k = 1, ..., n$ ist $P(B \mid A \text{ und } C_k) = P(B \mid C_k)$.

Dementsprechend ist A im 1. bzw. 2. Sinne eine echte Ursache von B genau dann, wenn A eine Prima-facie-Ursache, aber nicht im 1. bzw. 2. Sinne eine scheinbare Ursache von B ist. Die Explikation indirekter Ursachen (vgl. Suppes (1970), S. 28-32) gleicht (2.9):

(2.10) Der Sachverhalt A ist eine indirekte Ursache des Sachverhalts B genau dann, wenn A gemäß (2.7) eine Prima-facie-Ursache von B ist und wenn es Sachverhalte $C_1, ..., C_n$ gibt derart, daß gilt:
(a) wie (a) von (2.9),
(b) die $C_1, ..., C_n$ sind alle später als A und früher als B,
(c) für alle $k = 1, ..., n$ ist $P(B \mid A \text{ und } C_k) = P(B \mid C_k)$.

Mithin ist A eine direkte Ursache von B genau dann, wenn A eine Prima-facie-Ursache, aber keine indirekte Ursache von B ist.

Die intuitive Idee, die hinter (2.8) steht, ist leicht angegeben: Wo ein Sachverhalt, der (a)–(c) von (2.8) genügt, schon vor A der Fall war, da verbessert A, entgegen dem ersten Anschein, gar nicht den Möglichkeitsstatus von B; der Anschein der Verbesserung ergab sich nur, weil man die Gegenwart von C nicht berück-

[1] Dies ist nicht exakt die Definition 2 von Suppes (1970), S. 23. Bei Suppes fehlt die Bedingung (a) – vermutlich, weil er bei (2.7) auch schon (a) nicht gefordert hat –, so dass er letztendlich so etwas wie potentielle Scheinbarkeit potentieller Prima-facie-Ursachen expliziert. Geht es jedoch um tatsächliche Scheinbarkeit tatsächlicher Prima-facie-Ursachen, so darf meines Erachtens neben (2.7), (a), auch (2.8), (a), nicht fehlen; denn welche Relevanz sollte ein nicht vorliegendes C für die tatsächliche Ursachenbeziehung zwischen A und B haben? – Stattdessen fordert Suppes, dass $P(B \mid A \text{ und } C) \geq P(B \mid A)$ – mit so wenig an Begründung, dass ich diese Bedingung hier weggelassen habe.

sichtigt hatte. (2.9) ist dann einfach eine Verschärfung von (2.8): Um zu wissen, daß *A* im 1. Sinne eine scheinbare Ursache von *B* ist, muß man von einem Sachverhalt *C* mit den Eigenschaften (b) und (c) von (2.8) das empirische Wissen haben, daß er tatsächlich vorliegt. Für die Scheinbarkeit im 2. Sinne hingegen ist solch empirisches Wissen nicht mehr nötig; weiß man, daß *A* im 2. Sinne eine scheinbare Ursache von *B* ist, so weiß man schon aus logischen Gründen, daß es einen Sachverhalt gibt, der (a)–(c) von (2.8) erfüllt. Von daher scheint es auch angemessen zu sagen, daß *A* im Fall von (2.8) de facto und im Fall von (2.9) notwendigerweise eine scheinbare Ursache von *B* ist.

Aber vertiefen wir uns nicht in Details der Adäquatheit von (2.8) und (2.9); (2.8) und (2.9) wie leider die gesamte Kausalitätstheorie von Suppes sind so vorläufig, daß ein Feilen am Detail ganz verfrüht wäre. Machen wir uns lieber klar, daß der Fortschritt von (2.7) zu (2.8) dem von der klassischen zur verbesserten Regularitätstheorie entspricht: (2.8) verbessert (2.7) – so kann man auch sagen – just durch die Berücksichtigung der obwaltenden Umstände. Eine Prima-facie-Ursache ist scheinbar, wenn Umstände vorliegen, unter denen sie den Möglichkeitsstatus ihrer Prima-facie-Wirkung doch nicht verbessert, und sie ist echt, wenn die Umstände nicht so sind. Letzteres kopiert gerade die Bedingungen (c) und (d) von (2.3), die für den dortigen deterministischen Fall sichern, daß eine hinreichende Ursache auch unter den vorliegenden Umständen den Möglichkeitsstatus ihrer Wirkung anhebt. Die Analogie ist nicht perfekt: Von so etwas wie Prima-facie-Ursachen ist in (2.3) und (2.4) nicht die Rede; in (2.8) werden die Umstände zeitlich vor der Prima-facie-Ursache angesiedelt, während (2.3) und (2.4) in dieser Hinsicht offen sind; wenn man's genau nimmt, ist eine Prima-facie-Ursache gemäß (2.8) merkwürdigerweise auch dann echt, wenn sie unter den Umständen den Möglichkeitsstatus ihrer Prima-facie-Wirkung senkt; und so weiter. Nichtsdestoweniger ist der Grundgedanke in beiden Fällen wieder der gleiche.

Die Definition indirekter Ursächlichkeit gleicht der scheinbarer Ursächlichkeit im 2. Sinne[1] – bis auf einen wesentlichen Punkt: Die gegenüber (2.7) zusätzlich berücksichtigten, möglichen Sachverhalte C_1, ..., C_n liegen nun alle zeitlich zwischen der Ursache *A* und der Wirkung *B* und sollen deshalb nicht mehr als mögliche Umstände in Frage kommen; vielmehr läuft, so ist der Gedanke, die Kausalkette von *A* nach *B* durch eines der C_1, ..., C_n, und zwar durch dasjenige, welches tatsächlich eingetreten ist. Daß *A* in Anbetracht dieser C_1, ..., C_n den Möglich-

[1] Suppes nennt keine Gründe, wieso er (2.10) analog zu (2.9) statt zu (2.8) eingerichtet hat.

keitsstatus von *B* nicht mehr hebt, besagt dann nur dies: Wo die Kausalkette schon bei einem der C_1, ..., C_n angelangt ist, hängt ihre weitere Fortsetzung nicht mehr von ihrer Herkunft ab. Für den Verlauf der Kausalkette ist *A* trotzdem mitverantwortlich, und daher wird *A*'s Wirksamkeit auf *B* dadurch nicht nichtig, sondern nur indirekt.

Untersuchen wir nun nicht, inwieweit diese Vorstellung durch (2.10) angemessen ausgedrückt ist. (Z.B. folgt aus (2.10) nicht, daß *A* Prima-facie-Ursache des tatsächlich eingetretenen C_i ist, und auch nicht, daß dieses C_i Prima-facie-Ursache für *B* ist.) Notieren wir vielmehr, daß die hier gezogene Unterscheidung zwischen scheinbaren und indirekten Ursachen – die mit (2.8) bzw. (2.9) und (2.10) vermutlich noch nicht adäquat gefaßt ist, aber doch sich auf diesem Wege fassen zu lassen scheint – gerade die Unterscheidung ist, an der die verbesserte Regularitätstheorie gescheitert ist. Denn im dort abgehandelten Frühlingsbeispiel war der Frühlingsbeginn wegen der dadurch einsetzenden Schneeschmelze indirekte Ursache des Hochwassers und die Schneeschmelze aufgrund des Frühlingsbeginns bloß scheinbare, d.h. gar keine Ursache der Kirschblüte. Was uns im deterministischen Rahmen zum kontrafaktischen Ansatz nötigte, ist also im probabilistischen Rahmen schon in Suppes' Theorie berücksichtigt.

Wo man sich mit solchen Phänomenen innerhalb des probabilistischen Rahmens nicht so schwer zu tun scheint wie innerhalb des deterministischen, liegt der Gedanke nahe, letzteren in den ersteren einzubauen, indem man deterministische Zusammenhänge durch 0-1-Wahrscheinlichkeiten ausdrückt. So könnte man anfangen zu definieren, daß *A* genau dann eine hinreichende Ursache von *B* sei, wenn *A* eine Prima-facie-Ursache von *B* ist und $P(B \mid A) = 1$ gilt;[1] und ferner, daß *A* genau dann eine notwendige Ursache von *B* sei, wenn *A* eine Prima-facie-Ursache von *B* ist und $P(B \mid \text{non-}A) = 0$ gilt;[2] und man könnte so versuchen, den deterministischen Fall probabilistisch aufzurollen. Wie sich jedoch in Otte (1981) zeigt,[3] fährt man damit um keinen Deut besser als mit der klassischen Regularitätstheorie.[4]

Die Hoffnung, einen Rahmen auf den anderen zurückzuführen, wird sich also nicht erfüllen. Die Ähnlichkeit der innerhalb beider Rahmen angestellten Überle-

---

[1] Vgl. Suppes (1970), S. 34.

[2] Vgl. Otte (1981), S. 171.

[3] Er selbst zeigt es nicht.

[4] Der tiefere Grund hierfür wird im Kapitel 5 klarwerden und erst mit den Mitteln von Abschnitt 5.4 behoben werden können.

gungen scheint es mir jedoch wünschenswert zu machen, bei einer Kausalitätstheorie die beiden Rahmen zwar getrennt, aber doch so parallel wie irgend möglich zu behandeln. Daran will ich mich halten, und es wird sich dann herausstellen, daß dem deterministischen und dem probabilistischen Rahmen doch eine gemeinsame Struktur zugrunde liegt.

KAPITEL 3

EINE SAMMLUNG MÖGLICHER KAUSALVERHÄLTNISSE

Bevor wir weiter Theorie treiben, sollten wir einen gründlichen Blick auf die Phänomene werfen. Die im vorangegangenen Kapitel gewählte Prozedur, einen Explikationsversuch mit einem gerade einschlägigen Einwand zu konfrontieren und dementsprechend zu verbessern, war doch einigermaßen unsystematisch und womöglich ziemlich naiv, insofern da wichtige oder neuartige oder verwickeltere Möglichkeiten von Kausalbeziehungen noch ganz außer acht gelassen worden sein könnten. In der Tat sind in der Literatur diverse Beispiele von bisher nicht diskutierter Struktur, mit unterschiedlichen argumentativen Zwecken, angeführt worden. Wir sollten uns jedenfalls einen möglichst systematischen Überblick über solche Beispiele verschaffen, damit wir besser wissen, was alles von einer Kausalitätstheorie zu bewältigen ist.

Wie bekommen wir diesen Überblick? Nun, betrachten wir einfach zwei Sachverhalte *A* und *B*, die sich beide realisiert haben, und zwar *A* früher als *B*; und fragen wir uns, in welcher Kausalbeziehung *A* zu *B* stehen kann. Banalerweise kann *A* Ursache von *B* sein oder auch nicht; aber was mehr läßt sich sagen? Wir hatten schon mehr gesagt; *A* kann Teil- oder Gesamtursache von *B* sein; jedoch war diese Unterscheidung wenig aufregend, da wir unter Ursachen gemeinhin immer Teilursachen verstehen und eine Gesamtursache sich bloß dadurch auszeichnet, daß es neben ihr keine weiteren (Teil-) Ursachen gibt. Dann kann *A* eine hinreichende oder eine notwendige Ursache von *B* sein; innerhalb des deterministischen Rahmens war das eine wichtige Unterscheidung. Ferner kann *A* eine direkte oder eine indirekte Ursache von *B* sein – eine weitere wichtige Unterscheidung, die uns im Kapitel 6 noch ausführlicher beschäftigen wird. Und schließlich kann *A* scheinbare oder echte Ursache von *B* sein; aber das bringt gar nichts Neues, denn scheinbare Ursachen sind ja nichts anderes als Ursachen. Was mehr als das fällt uns ein? – ? –

Die Fragestellung war wohl nicht so ergiebig. In der Tat ist zu beobachten, daß in den Beispielen in der Literatur immer drei oder mehr Sachverhalte eine Rolle spielen; die möglichen Kausalbeziehungen zwischen zwei Sachverhalten treten eben erst dann so richtig zutage, wenn man einen dritten auf unterschiedliche Weise intervenieren läßt. Ergiebiger dürfte also die Fragestellung sein, welche Möglichkeiten für die Kausalverhältnisse zwischen drei Sachverhalten bestehen – fürwahr sehr ergiebig: Mit einer schon übertrieben peniblen Klassifikation werden wir später auf 4^{16}, also mehr als vier Milliarden Möglichkeiten kommen. Eine wahrhaft erschreckliche und auch nur deswegen genannte Zahl, die eine leichte Erklärung hat; wir werden nämlich am Ende 16 Fälle unterscheiden, von denen jeder 4 Realisierungsweisen hat, und zwar jeweils unabhängig von den anderen, was dann eben 4^{16} Kombinationen gestattet. Nicht alle Fälle und auch nur die wenigsten Kombinationen bringen kausaltheoretisch etwas Neues, so daß der Schrecken nicht den Mut zu rauben braucht; überhaupt werden wir auf diese Zahlenspiele erst im zusammenfassenden Abschnitt 3.4 zurückkommen.[1]

Wir wollen also in allem weiteren über drei Sachverhalte *A*, *B* und *C* reden, die alle drei bestehen, also Tatsachen darstellen; non-*A*, non-*B* und non-*C* sind demnach nicht realisierte Sachverhalte. Ferner sei angenommen, daß *A* früher als *B* und *B* früher als *C* ist. Damit werden die möglichen Kausalverhältnisse zwischen gleichzeitigen Sachverhalten explizit außer Betracht gestellt; mit diesem Spezialproblem wollen wir uns jetzt noch nicht belasten. Erst recht wollen wir die exotische Möglichkeit eines zeitlich rückwärts gerichteten Kausaleinflusses außer acht lassen; das ganz Gewöhnliche wird schon verwickelt genug sein.

In der Tat erleichtert es vielleicht die Orientierung in der folgenden Diskussion, wenn wir das Verständnis des Ursachenbegriffs, welches am besten auf diese Diskussion paßt, gleich vorweg angeben: Danach ist *A* eine Ursache von *C* genau dann, wenn es eine zu *C* führende Kausalkette gibt, die sich realisiert hat und *A* als relevantes Glied enthält in dem Sinne, daß sie, wenn *A* nicht vorgelegen hätte, sich nicht mehr realisiert hätte. Als neue Ursachenexplikation taugt diese Erläuterung natürlich nicht, weil sie ihrerseits Kausales und Kontrafaktisches enthält; aber expliziter als das bloße Reden von Ursachen ist sie schon. Wichtiger ist mir im Moment jedoch, daß diese Erläuterung nicht so verstanden wird, als solle mit ihr die folgende Diskussion normiert werden. Vielmehr bitte ich, so weit wie

[1] Die im folgenden diskutierten Fälle sind auch weniger und andere als die sechzehn, von denen gerade die Rede war.

möglich mit einem naiven oder intuitiven Ursachenverständnis an das Folgende heranzugehen; die Erläuterung beinhaltet dann die Hypothese, daß sie diesem intuitiven Verständnis gerecht wird.

Das bedarf zweier Ergänzungen: Erstens ist darauf hinzuweisen, daß das Folgende bezüglich der Unterscheidung zwischen hinreichenden und notwendigen Ursachen völlig neutral ist. Die zu *C* führende Kausalkette in obiger Erläuterung kann also sowohl eine sein, die *C* notwendigerweise nach sich zieht, als auch eine, die *C* erst möglich macht. Nur sollte man durchweg das gleiche Verständnis anlegen. Ebenso ist es sinnvoll – und womöglich am leichtesten durchzuhalten, Ursachen immer als zugleich notwendig und hinreichend zu verstehen.

Zweitens ist zu betonen, daß auf eine restriktive Eigenheit des umgangssprachlichen Gebrauchs des Ursachenbegriffs keine Rücksicht genommen werden soll: nämlich die, nur so etwas wie interessante, auffällige, informative oder von Artgenossen ausgelöste Ursachen als Ursachen zu bezeichnen und andere Ursachen stillschweigend zu übergehen oder zu Neben- oder Randbedingungen, Umständen oder dergleichen zu diminuieren. Um's am Beispiel zu sagen: Wenn ein argloser Fußgänger von einem Blumentopf zu Boden geschmettert worden ist, so wird gemeinhin als eine, ja sogar *die* Ursache davon kolportiert werden, daß der schusselige Fensterputzer den Blumentopf aus dem Fenster gestoßen habe. Aber natürlich ist da auch die Erdanziehungskraft am Werke, auch wenn sich das von selbst versteht, wo wir uns noch nicht im schwerelosen Raum eingerichtet haben. Auch gehört als Ursache dazu, daß die Luftmoleküle in üblicher Konfusion durcheinanderwirbelten und nicht unversehens in einmütiger Aufwärtsbewegung den Blumentopf in die Lüfte trugen. Und erst recht gehören die verschiedenen Aufenthaltsorte und -zeitpunkte des Blumentopfs zwischen dem Fensterbrett und dem Kopf des Fußgängers zu den Ursachen, auch wenn der Blumentopf da keine Wahl mehr hatte, nachdem der Fensterputzer ihn angeschubst hatte. Doch hätte er, von mir aus grundlos, Luftsprünge gemacht oder sich gar dematerialisiert, so wäre das Unglück nicht passiert; und so ist das Unglück unter anderem deswegen passiert, weil dann und dann dort und dort ein Blumentopf in der Luft war.

Natürlich erzählen wir einander nur die überraschenden oder diejenigen Ursachen, mit denen wir uns das Übrige ausmalen können; aber das ist ein Phänomen, das für den Kommunikationstheoretiker interessant ist. Natürlich suchen wir möglichst nach Ursachen, die wir manipulieren können; aber das ist ein technologisches Problem. Und natürlich fragen wir uns jeweils insbesondere, ob irgendje-

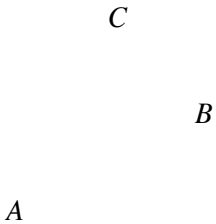
mandes Fahrlässigkeit oder Übelwollen im Spiele war; aber dann verfolgen wir juristische, moralische oder erzieherische Interessen. Klar bei all dem scheint mir dies: daß es für den Kausaltheoretiker keinen Sinn hat, auf solche Erwägungen Rücksicht zu nehmen, daß er alle Sachverhalte erst einmal gleich anschauen muß. Zwar resultiert daraus ein ungewohnt weiter Ursachenbegriff. Doch unzulässig weit ist er nicht, und vor allem hat der Kausaltheoretiker nur so die Chance, das Material zu liefern, an dem dann Technologen, Juristen, Moralisten, Erzieher, Kommunikanten und sonstige Leute gemäß ihren Interessen Wichtiges und Unwichtiges unterscheiden können. Daher wollen wir uns in dieser ganzen Arbeit an das ungewohnt weite Ursachenverständnis halten, wonach auch noch so selbstverständliche oder weit hergeholte Randbedingungen oder Zwischenphasen von Kausalprozessen für deren Ergebnis ursächlich sind.[1]

3.1 Die wichtigsten Fälle

Solcherweise präpariert, können wir uns daranmachen, die möglichen Kausalbeziehungen zwischen *A*, *B* und *C* zu durchforsten. Es fängt ganz harmlos an:

Fall 1: Der offenbar trivialste Fall ist der, daß keinerlei Ursachenbeziehungen zwischen *A*, *B* und *C* bestehen, daß also weder *A* für *B* noch *A* oder *B* für *C* ursächlich ist. Wir wollen diesen wie auch die späteren Fälle diagrammatisch veranschaulichen; die Diagramme dürften im wesentlichen von sich aus verständlich sein, auch sollen sie keinem tieferen Zweck als dem der bildlichen Einprägsamkeit dienen. Hier schaut es noch karg aus:

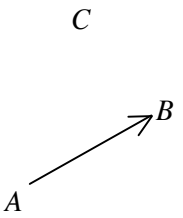
[1] Um von diesem als unangenehm empfundenen Standpunkt wieder wegzukommen, haben verschiedene Autoren den Begriff des kausalen Feldes oder Rahmens eingeführt. Zu dem kausalen Feld eines bestimmten Vorgangs sollen all die Nebenbedingungen gehören, welche man auszugliedern wünscht. Das Feld selbst wird dann nicht als Ursache dieses Vorganges bezeichnet; vielmehr wird der Ursachenbegriff auf das Feld relativiert, und die (wenigen) Ursachen des Vorgangs, an denen man interessiert ist und die man drum nicht ins Feld abgeschoben hat, sind dann Ursachen in diesem relativen Sinn. Vgl. dazu etwa Anderson (1938), Mackie (1965), S. 2–49f., und (1974), S. 35f., von Wright (1974), Abschn. III.5, oder Suppes (1970), S. 74.



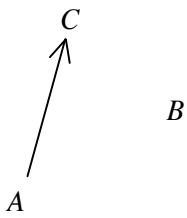
(Fall 1)

Zur Exemplifizierung des Falls 1 wird man am ehesten an drei Sachverhalte denken, die überhaupt nichts miteinander zu tun haben: etwa „die deutsche Elf hat bei der WM in Argentinien kläglich abgeschnitten“ für *A*, „1980 erlitt der Flipper-Markt schwere Einbrüche“ für *B* und „gestern bin ich mit dem linken Fuß zuerst aufgestanden“ für *C*. Wir werden jedoch später ganz klar erkennen, daß der leere Raum im obigen Diagramm trügerisch ist, daß auch Beispiele anderer Struktur zum Fall 1 gehören. Um einen Hinweis zu geben: Es könnte sein, daß eine Kausalkette von *A* zu *non-C* führt, die sich aber, womöglich völlig unerklärlicherweise, nicht vollständig realisiert hat. In diesem Fall wären *A* und *C* nicht ohne jeglichen kausalen Zusammenhang, auch wenn darin *A* gewiß keine Ursache von *C* ist. Später werden wir die im Fall 1 liegenden Möglichkeiten systematischer aufzählen können. Hier sei nur vorsorglich ein Merkspruch festgehalten: nämlich daß es für die Kausalanalyse gewiß wichtig ist, festzustellen, auf welche verschiedenen Weisen es einem Sachverhalt möglich ist, eine Ursache eines anderen zu sein, und aber ebenso wichtig, festzustellen, auf welche verschiedenen Weisen es einem Sachverhalt möglich ist, keine *Ursache* eines anderen zu sein.

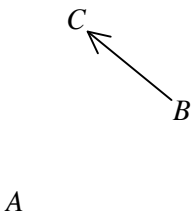
Fall 2: Der nächste Fall ist kaum weniger trivial. Hier ist ein Sachverhalt Ursache eines andern, während der dritte beziehungslos daneben steht. Offenkundig gibt es dafür drei Möglichkeiten, so daß wir die Unterfälle a–c unterscheiden können:



(Fall 2a)



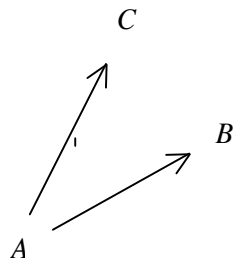
(Fall 2b)



(Fall 2c)

Ein Beispiel etwa für den Fall 2b erhalten wir, wenn wir im obigen Beispiel zum Fall 1 für *C* „1982 reisten die deutschen Kicker besonders motiviert nach Spanien“ nehmen. Doch läßt sich vorerst zu diesem Fall nicht viel sagen. Was sich etwa hinter dem Pfeil von *A* nach *B* im Fall 2a verbergen kann, ist noch um keinen Deut klarer als in der allerersten, unergiebigen Fragestellung, die sich nur auf zwei Sachverhalte bezog. Und der leere Raum in den Diagrammen ist noch ebenso trügerisch wie im Fall 1. Das wird sich aber bessern.

Fall 3: Interessanter wird's bei zweipfeiligen Diagrammen. Als erste solche Möglichkeit sei der Fall betrachtet, wo *A* sowohl für *B* wie für *C* Ursache, *B* aber für *C* nicht Ursache ist – im Diagramm:



(Fall 3)

Beispiele dafür finden sich zuhauf; das meistzitierte sei gleich angeführt: Über München sinkt der Luftdruck rapide (*A*), drum steht mein Barometer bald auf Gewitter (*B*), und selbiges prasselt auch kurz drauf los (*C*).[1] Ein anderes Beispiel hatten wir schon im Rahmen der Diskussion der verbesserten Regularitätstheorie mit der Triade aus Frühlingsanfang, Schneeschmelze und Kirschblüte. Und gerade deswegen, weil er der Regularitätstheorie Schwierigkeiten macht, wird dieser Fall so häufig diskutiert.

Diese Sachlage sei hier unter einer Fragestellung beleuchtet, die sich später als sehr wichtig herausstellen wird und der wir daher hier bei jedem zur Sprache kommenden Fall nachgehen wollen – nämlich: Welchen Täuschungen über das Kausalverhältnis von zweien der drei Sachverhalte können wir uns hingeben, solange wir den dritten nicht in Betracht gezogen haben? Oder besser: Über welche solche Täuschungen kann uns die explizite Berücksichtigung des dritten Sachver-

[1] Vgl. etwa Scriven (1959), S. 480, Salmon (1971), S. 54f., oder Stegmüller (1973), S. 333ff.

halts aufklären? Es sei also jeweils das folgende Gedankenexperiment angestellt: Zunächst stellen wir uns vor, wir ließen etwa den Sachverhalt *B* ganz außer acht. Das soll nicht einfach heißen, daß wir nicht wüßten, ob *B* oder non-*B* vorliegt, und uns auch nicht darum kümmerten, dies herauszufinden; es soll vielmehr heißen, daß wir überhaupt nicht daran denken, daß sich *B* oder non-*B* in der Welt realisieren kann. Mit dieser beschränkten Sicht hegen wir bestimmte Vermutungen über die Kausalbeziehungen zwischen *A* und *C*. Und nun, so stellen wir uns weiter vor, fällt uns siedend heiß ein, daß es ja noch die Sachverhalte *B* und non-*B* gibt, die etwas mit *A* und *C* zu tun haben könnten. Wir stellen fest, daß es *B* ist, welches vorliegt, und untersuchen die Kausalbeziehung zwischen *A*, *B* und *C*. Daraus könnte sich ergeben, daß sich die Kausalbeziehung zwischen *A* und *C* anders darstellt als zuvor; und genau diesen Möglichkeiten wollen wir nachspüren.

Dabei ist klar, daß wir ebenso gut *A* oder *C* probeweise außer acht lassen können. Ferner ist klar, daß es witzlos ist, *C* probeweise zu vernachlässigen. Denn wie immer sich das Kausalverhältnis zwischen *A* und *B* uns darstellt, *C* wird uns da nicht eines Besseren belehren – einfach weil *C* gemäß unseren zeitlichen Annahmen nicht Glied einer durch *A* führenden und in *B* mündenden Kausalkette sein kann.[1] Aber in Bezug auf die Verursachung von *C* durch *A* bzw. *B* probeweise *B* bzw. *A* außer Rechnung zu stellen, ist beides aufschlußreich.

Die im Moment interessante Möglichkeit – um wieder zu unserem Fall 3 zurückzukehren – ist die Vernachlässigung von *A*. Zweierlei ist dann denkbar. Es kann einerseits sein, daß uns gar kein Zusammenhang zwischen *B* und *C* aufgefallen ist, solange *A* vernachlässigt ist, und daß wir dann mehr oder weniger überrascht feststellen, daß sich beide von derselben Ursache, nämlich *A*, herleiten; aber unsere Meinung über den Kausalzusammenhang zwischen *B* und *C* haben wir dann nicht geändert. Andererseits besteht die Möglichkeit – und die ist interessanter –, daß uns *B* für *C* ursächlich zu sein schien und die wahren Verhältnisse erst mit der Berücksichtigung von *A* zutage treten. Ein prominentes Beispiel dafür liefern Blitz und Donner: Nichts war natürlicher als die Annahme, daß der Blitz das nachfolgende Getöse verursache, auch wenn vielleicht nicht klar war, wie das genau zugehen sollte. Heute wissen wir, daß akustische wie visuelle Erscheinung beide Folgen ein und derselben Sache, nämlich einer plötzlichen Entladung sind -

[1] Genaugenommen stimmt das so nicht. Natürlich können uns zukünftige Geschehnisse über vergangene Kausalzusammenhänge aufklären – aber dann nur über verschlungene induktive Pfade, die wir hier getrost beiseite lassen können.

und zwar getrennte Folgen; das Licht erzeugt den Lärm nicht. Im Pantoffelkino wird uns Derartiges sogar vorsätzlich vorgegaukelt: Da müht sich der Sangeskünstler vor der Kamera redlich ab, und natürlich denken wir, das Produkt davon schalle aus unserem Fernseher. Dabei ist's nur Playback; von der Regie wird ein Band abgefahren, das einerseits über den Kanal zu uns wandert und andererseits ins Studio zum Künstler, der dazu Passendes mimt.

Hier haben wir also eine erste Irrtumsmöglichkeit: *B* scheint Ursache von *C* zu sein; in Wahrheit sind *B* und *C* zwei getrennte Wirkungen eines dritten, früheren Ereignisses *A*.[1] Diese Sachlage hat Namen bekommen: *B* ist hier keine Ursache von *C*, sondern – so heißt es dann – bloß ein *Symptom* von *C* oder ein *Epiphänomen*.[2] Manche reden hier davon, daß *B* von *C* bzw. in seiner kausalen Relevanz für *C* durch *A* abgeschirmt werde.[3] Genau dieser Irrtumsmöglichkeit erliegt die Regularitätstheorie, zumindest in ihrer klassischen Form. Denn wenn zwischen *A* und *B* bzw. *C*, oder besser, zwischen *A*- und *B*- bzw. *C*-Artigem regelmäßige Abfolgen bestehen, die die Regularitätstheorie kausal deutet, so besteht im allgemeinen auch zwischen *B*- und *C*-Artigem eine regelmäßige Abfolge, die die Regularitätstheorie dann auch kausal deuten muß – was oft plausibel ist, manchmal aber eben ein Irrtum. In der Tat ist das klassische Exempel, mit welchem Reid Humes Theorie in Verlegenheit brachte, von genau dieser Struktur.[4] Hume zufolge müßte jede Nacht den darauffolgenden Tag verursachen. Natürlich ist das Unfug; beides wird von der Erddrehung verursacht. –

Der Vollständigkeit halber ist nachzutragen, daß weitere Irrtumsmöglichkeiten bisher noch nicht aufgetreten sind. Dies gilt für den Fall 1: Vor der Berücksichtigung von *B* ist unser Kausalurteil bezüglich *A* und *C* ebenso negativ wie danach. Natürlich können wir uns – um das noch einmal zu betonen – darin irren, aber ein *B*, welches weder mit *A* noch mit *C* etwas zu tun hat, kann uns diesen Irrtum nicht aufzeigen. Dasselbe gilt für den Fall 2. Betrachten wir etwa den Fall 2b: Wenn wir eine Ursache *A* von *C* entdecken und *B* beziehungslos danebenstehen sehen, so können wir auch vor der Entdeckung keine Beziehung zwischen *B* und *C* vermutet

---

[1] Hier habe ich zum ersten Mal in diesem Kapitel vom Ereignis *A* statt vom Sachverhalt *A* gesprochen. Dies werde ich im folgenden noch häufiger tun – nur der stilistischen Variation wegen und nicht, um einen inhaltlichen Unterschied zu markieren. Genaugenommen ist da natürlich ein Unterschied (vgl. S. 12f.); wir werden ihm im Abschnitt 4.4 nachgehen.

[2] Vgl. Salmon (1971), S. 54f., oder Lewis (1973b), S. 566.

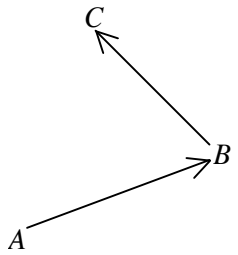
[3] Vgl. Salmon (1971), S. 55, oder Stegmüller (1973), S. 333.

[4] S. Reid (1785), Essay VI, Ch. VI.

haben.[1] Und ebenso ändert sich an unserer Vermutung über *A* und *C* nichts, wenn wir zusätzlich ein beziehungslos danebenstehendes *B* betrachten. Das Entsprechende gilt auch für den Fall 3: An unserer Kausalvermutung über *A* und *C* ändert sich auch dann nichts, wenn wir eine weitere, getrennte Wirkung *B* von *A* in Betracht ziehen, die mit *C* nichts zu tun hat.

All diese Irrtumsmöglichkeiten und -unmöglichkeiten möge der Leser ruhig noch einmal selbst überdenken und beurteilen; denn meine Ausführungen sind hier gar nicht als Behauptungen ex cathedra gedacht, sondern vielmehr als, wie ich glaube, vernünftige intuitive Urteile, denen dann eine Kausalitätstheorie so gut wie möglich gerecht zu werden hat.

Fall 4: Ein anderes zweipfeiliges Diagramm ist dieses:



(Fall 4)

Hier ist *A* Ursache von *B* und *B* seinerseits Ursache von *C*. Und *A* soll keine Ursache von *C* sein? Das erscheint paradox; es soll auch gar nicht behauptet werden. Vielmehr würden wir folgendes sagen: *A* hat hier sehr wohl eine Wirkung auf *C*, die eben über *B* läuft – und zwar ausschließlich über *B* in dem Sinne, daß gilt: Ist die von *A* zu *C* führende Kausalkette erst einmal bei *B* angelangt, so ist es für ihren weiteren Verlauf ganz irrelevant, von wo genau sie herkommt. D.h., *B* hat sich zwar realisiert, weil *A* sich realisiert hat; aber wo sich *B* schon realisiert hat, ist für *C* nur mehr dieses *B*, aber nicht seine Herkunft relevant.

Das ist eine ganz und gar übliche Sachlage. Um ein banales Beispiel zu geben, das später noch in verschiedenen Variationen wiederkehren wird: Der Schalter steht auf „an“ (A), drum fließt Strom durch die Leitung (B), und deswegen brennt die Lampe (C). Hier gilt eben, daß die Lampe brennt, wenn nur – aus welchen

[1] Vgl. dazu aber die Kombination 2b+8b, S. 81ff.

Gründen auch immer – der Strom fließt, auch wenn er de facto nur fließt, weil der Schalter an ist.

Eine bündige, eingebürgerte Bezeichnung für diese Sachlage ist, daß sich *A* hier als eine *indirekte Ursache* von *C* erweist,[1] und wir werden diesem Sprachgebrauch folgen. Zuweilen ist hier auch davon die Rede, daß *B A* vor *C* bzw. in seiner kausalen Relevanz für *C* abschirme.[2] Aber wo auch schon der Fall 3 gelegentlich unter dieser Bezeichnung läuft, ist diese Ausdrucksweise nicht so günstig.[3]

Sollten wir also noch einen Pfeil in unser Diagramm für den Fall 4 eintragen, um die indirekte Ursächlichkeit von *A* für *C* anzudeuten? Nein; besser ist es, die Pfeile in den Diagrammen entsprechend zu verstehen, nämlich so, daß sie nur die direkten Kausalbeziehungen zwischen *A*, *B* und *C* angeben; indirekte Beziehungen können wir dann daraus entnehmen. Das soll nicht heißen, daß etwa der obige Pfeil von *B* zu *C* bedeute, daß *B* in irgendeinem absoluten Sinne direkte Ursache von *C* sei. Natürlich wird in der Regel die Verbindung von *B* zu *C* durch weitere Sachverhalte vermittelt und insofern indirekt sein. Nur haben wir solche Sachverhalte nicht explizit in die Betrachtung einbezogen, und so lange können die Pfeile *innerhalb* der beschränkten Sachverhaltsmenge {*A*, *B*, *C*} als direkte Ursachenbeziehungen gelten. Aufgrund unserer zeitlichen Annahmen ist damit auch klar, daß innerhalb dieses beschränkten Rahmens nur zwischen *A* und *C* eine indirekte Ursachenbeziehung bestehen kann.

Diese Relativierung des Begriffs der direkten Ursache ist wesentlich. Denn ob er in einem absoluteren Sinne überhaupt Sinn macht, ist durchaus fraglich. Wenn wir etwa kontinuierliche Kausalprozesse betrachten – und in physikalischen Anwendungen tun wir das dauernd –, so scheint es da keine direkten Ursachen mehr zu geben, einfach weil zwischen zwei Zuständen eines solchen Prozesses unendlich viele andere liegen und so kein Zustand einen unmittelbaren Vorgänger besitzt.[4] Doch mit dem relativierten Begriff der direkten Ursache geraten wir in keine solchen Schwierigkeiten.

---

[1] Bei unserer Schilderung von Suppes' Theorie im Abschnitt 2.4 war diese Wendung ja auch schon aufgetaucht.

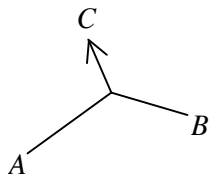
[2] Vgl. Salmon (1971), S. 75, oder (1981), S. 61.

[3] In der Tat ist der Abschirmungsbegriff noch vieldeutiger. Wir werden im nächsten Abschnitt ausführlicher darauf eingehen.

[4] Mit der gleichen Überlegung greift Russell (1912/13), S. 135, die Vorstellung von der Kontiguität von Ursache und Wirkung an.

Überlegen wir uns noch die im Fall 4 liegenden Irrtumsmöglichkeiten: Vor der Berücksichtigung von *A* werden wir das Verhältnis zwischen *B* und *C* nicht anders beurteilen als hinterher; die Entdeckung, wo *B* herrührt, kann wohl nichts an unserer Einschätzung der Wirkungen von *B* ändern. Mit *A* liegt es anders. Hier können wir schon vor der Berücksichtigung von *B A* für eine direkte Ursache von *C* gehalten haben; mit der Entdeckung von *B* finden wir dann nur genauer heraus, auf welche Weise *A* für *C* ursächlich ist. Es ist aber auch denkbar, daß wir die Verbindung zwischen *A* und *C* zunächst nicht sehen und erst mit Hilfe des Zwischenschrittes *B* zusammensetzen können. Hier haben wir also eine neue Irrtumsmöglichkeit: Es kann passieren, daß verwickelte Kausalbeziehungen erst, nachdem sie in kleinere Stücke zerlegt wurden, als solche erkennbar werden.

Fall 5: Dem dritten zweipfeiligen Fall, welcher schon ausgefallener ist, sei noch ein ganz normaler Fall vorangestellt. In ihm sind *A* und *B* auch beide Ursachen von *C*, aber nicht so schön geordnet wie im Fall 4, sondern indem sie zusammenwirken, ohne daß ein Kausalzusammenhang zwischen ihnen bestünde. Ein beliebtes Beispiel dafür ist der Autounfall, wo körperliche Abgeschlagenheit und psychischer Streß des Fahrers, abgefahrene Reifen und miserabler Straßenzustand, Regen und Düsternis und dergleichen schauerliche Dinge mehr zusammenkommen, damit es kracht. Das Streichholz, welches zu seiner Entzündung nicht nur die entsprechende Temperatur, sondern auch das entsprechende Quantum Sauerstoff braucht, gehört auch hierher. Diese Sachlage ist eigentlich immer gegeben; es dürfte schwerfallen, eine Wirkung zu finden, zu der nicht zwei verschiedene Ursachen zusammengewirkt haben. Am suggestivsten erschien mir dieses Diagramm:

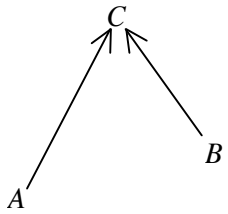


(Fall 5)

Wer will, mag hierin *A* und *B* als *Teilursachen* von *C* bezeichnen. Aber da dies gerade die übliche und auch von der Umgangssprache als solche anerkannte Weise ist, eine Ursache zu sein, werde ich diesem Sprachgebrauch nicht folgen – zumal hinter dieser Bezeichnung die uneingelöste und vermutlich vergebliche Hoffnung steht, der Begriff der Gesamtursache sei klarer und leichter explizierbar als der der (Teil-) Ursache.

Auch hier können wir uns täuschen: Zwar können wir *A* schon bei Vernachlässigung von *B* für eine Ursache von *C* halten und dann merken, daß *B* dabei mitgespielt hat. Aber ebensogut kann es sein, daß uns die Wirksamkeit von *A* für *C* erst dadurch auffällt, daß wir *A* als mit *B* zusammenwirkend sehen. Und bezüglich *B* liegt der Fall symmetrisch. Dies stellt also eine dritte Irrtumsmöglichkeit dar, welche durch die folgende phantastische, einst in den Zeitungen kolportierte Geschichte belegt sei: Zu ihrer großen Bestürzung brachte eine weiße Frau ein Mischlingskind zur Welt (*C*). Sie hatte im entsprechenden Zeitraum mit ihrem, ebenfalls weißen Ehemann geschlafen (*B*), was dieser nicht bestritt, aber, wie sie immer wieder beteuerte, mit niemand anderem. Das mochte ihr niemand glauben – der Ehemann schon gar nicht, der daraufhin die Scheidung einreichte. Im anhängigen Prozeß kam man dem Geheimnis auf die Spur: Kurz vor dem Beischlaf mit seiner Frau war der Mann bei einer Prostituierten, und dort war sein unmittelbarer Vorgänger ein Neger (*A*). Auf solch verschlungenen Wegen erwies sich *B* dann doch als Ursache von *C*. Natürlich unterlaufen einem solche Irrtümer umso leichter, je exotischer die zunächst außer acht gelassenen Sachverhalte sind.

Fall 6: Der dritte zweipfeilige Fall wird durch das folgende Diagramm dargestellt:



(Fall 6)

Auch hier sind *A* und *B* beide Ursachen von *C*, aber nicht als zusammenwirkende, sondern jedes für sich, unabhängig vom andern. *A* hätte also genausogut fehlen können, *B* hätte dann immer noch *C* herbeigeführt, und vice versa. Mit anderen

Worten: Es führt eine Kausalkette von *A* zu *C*, die mit *B* nichts zu tun hat, und eine zweite von *B* zu *C*, die mit *A* nichts zu tun hat, und beide führen gleichzeitig *C* herbei; dies wird dadurch angedeutet, daß zwei Pfeile bei *C* enden. Das klassische Beispiel hierfür ist die Füsilierung, wo der Todeskandidat von allen Soldaten des Kommandos gleichzeitig erschossen wird.[1] Weitere Beispiele finden sich am ehesten dort, wo man nach dem Motto „doppelt genäht hält besser" vorgeht.

Passenderweise heißt diese Situation der Fall *symmetrischer Überbestimmtheit*. Man mag einwenden, daß dieser Fall eigentlich gar nicht vorkomme, daß es praktisch ausgeschlossen sei, daß zwei verschiedene Kausalketten exakt gleichzeitig bei *C* eintreffen; selbst bei obiger Füsilierung werde ja wohl eine Kugel den anderen etwas voraus sein. Und dann, so mag man weiter argumentieren, ist nur die zuerst bei *C* ankommende Kausalkette für *C* ursächlich; die andere ist es nicht; sie wäre es nur gewesen, wenn sie nicht zu spät gekommen wäre. Diese Situation wird häufig als ein Fall asymmetrischer Überbestimmtheit bezeichnet, welche wir unten (S. 81ff.) ausführlicher diskutieren wollen. Hier sei nur entgegnet, daß man in der Tat viele Fälle anscheinend symmetrischer Überbestimmtheit durch genauere Spezifizierung der zeitlichen Verhältnisse in Fälle asymmetrischer Überbestimmtheit umwandeln kann. Doch ist durchaus fraglich, ob diese genauere Spezifizierung der zeitlichen Verhältnisse immer möglich ist – wann genau stirbt ein Mensch? –, und ob sie immer den gewünschten Erfolg hat – was ist an exakter Gleichzeitigkeit undenkbar? Man sollte deshalb den Fall 6 nicht von vorneherein ausschließen.

Dennoch bereitet dieser Fall Unbehagen; man wäre ihn lieber los. Warum? Weil große intuitive Unsicherheit darüber herrscht, wie man ihn kausal beschreiben soll. Das hat einen einfachen Grund: Der kontrafaktische Ansatz (vgl. S. 43ff.), d.h. die Gleichsetzung von „*A* ist Ursache von *C*" mit „wenn *A* nicht passiert wäre, so wäre *C* auch nicht passiert", ist uns schon so selbstverständlich, daß sie, fürs erste, gar nicht mehr erhellend ist. Doch will hier die Gleichung nicht so recht aufgehen. Denn im gegenwärtigen Fall ist es ganz bestimmt falsch, daß *C* nicht passiert wäre, wenn *A* nicht passiert wäre. Hält man an der Gleichung fest, so müßte man also sagen, daß *A* hier keine Ursache von *C* sei und *B* auch nicht; das erscheint seltsam. Und die Gleichung aufzugeben, ist auch ein unbequemer Schritt – womit das Dilemma perfekt ist.

---

[1] Loeb (1974) bringt noch eine Reihe weiterer Beispiele.

Mackie (1965), S. 251, schließt, daß unser normaler Ursachenbegriff solche Fälle nicht klar regle und daß wir ihn daher nach unserem Gutdünken auf solche Fälle ausdehnen könnten. Das ist plausibel. Nur haben wir kaum Wahlmöglichkeiten. Die Regelung, daß hier weder *A* noch *B* eine Ursache von *C* sei, ist intuitiv seltsam – wir wollen ja gewiß nicht sagen, daß *C* hier unverursacht sei – und geriete auch mit dem bald zu besprechenden Fall 7 in einen gewissen Konflikt (vgl. S. 78). Eine andere Möglichkeit wäre, daß man nur von dem Bündel aus *A* und *B* sagt, es verursache *C*, ohne dieses Bündel aufzuschnüren.[1] Aber „Bündel" ist unscharf. Versteht man es konjunktiv, sagt man also, nur der Sachverhalt *A*-und-*B* verursache *C*, so denkt man dabei eher an den Fall 5 als an den Fall 6. Es adjunktiv zu verstehen, also zu sagen, nur der Sachverhalt *A*-oder-*B* verursache *C*, erscheint auch merkwürdig. Mir kommt es am natürlichsten vor, so zu reden, wie wir es am Anfang getan haben: *A* und *B* sind beide Ursachen von *C*. Und will man die Situation klarstellen, so setze man hinzu, daß *C* durch *A* und *B* kausal überbestimmt sei. Dann kann es keine Mißverständnisse mehr geben. Diese Redeweise fügt sich am besten zu unserer späteren Theorie, und auch die zu Beginn dieses Kapitels, S. 62, gegebene Erläuterung des Ursachenbegriffs paßt darauf.[2]

Schließlich passt auch unsere Einstellung bezüglich der Irrtumsmöglichkeiten für den Fall 6 dazu: Solange *B* außer Betracht bleibt, wird *A* für uns eine Ursache von *C* sein, und zwar auf besonders unproblematische Weise. Mit der Berücksichtigung von *B* entdecken wir dann die kausale Überbestimmtheit von *C*. Es scheint mir da intuitiv klar zu sein, daß wir diese Entdeckung nicht als Aufklärung eines Irrtums über das Kausalverhältnis zwischen *A* und *C* bewerten würden, sondern nur als einen qualifizierenden Zusatz; und drum empfiehlt es sich, *A* auch nach dieser Entdeckung als eine Ursache von *C* gelten zu lassen. So schwerwiegende Irrtumsmöglichkeiten wie in den vorangegangenen Fällen gibt es hier also nicht. –

Bevor wir mit ganz neuen Fällen fortfahren, wollen wir zu der Beobachtung innehalten, daß sich mit den bisherigen Fällen auch schon eine Reihe von Kombinationsmöglichkeiten angehäuft haben. Denn im Prinzip lassen sich die einfachen

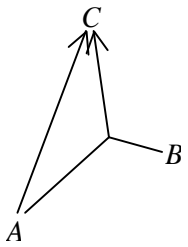
---

[1] Vgl. Mackie (1974), S. 47.

[2] Vom theoretischen Standpunkt aus sind diese Erwägungen natürlich nicht so wichtig. Wichtig ist für eine Kausalitätstheorie allein, dass sie die drei sachlichen Möglichkeiten – „*C* ist von *A* und *B* überbestimmt", „*C* ist von *A* und *B* verursacht, aber nicht überbestimmt" und „*C* ist von *A* und *B* weder verursacht noch überbestimmt" – angemessen unterscheiden und behandeln kann. Mit dieser Einstellung geht auch Loeb (1974) an das Problem kausaler Überbestimmtheit heran.

Pfeile vom Fall 2 und der gegabelte Pfeil vom Fall 5 auf 16 verschiedene Weisen zwischen *A*, *B* und *C* verteilen, von denen wir bisher 8 durchgesprochen haben. Dabei ergibt sich jedesmal eine andere, wenn auch kausaltheoretisch gesehen nicht unbedingt neue Sachlage. Wir wollen es uns daher ersparen, die fehlenden Möglichkeiten in extenso zu diskutieren. Nur bei drei Kombinationen sei erläutert, inwiefern sie sich auf subtile Weise von den bisherigen Fällen unterscheiden.

Die Kombination 2b + 5: Sie ist durch das folgende Diagramm gekennzeichnet:



(Kombination 2b + 5)

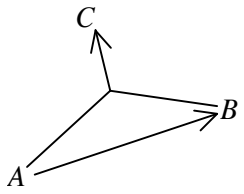
Hier wirken also *A* und *B* über eine Kausalkette zusammen auf *C* ein, während *A* daneben noch seine private Kausalverbindung zu *C* hat. Hierfür, wie für manches Kommende, fällt mir nur noch ein künstliches Beispiel ein: Zu einer Glühlampe *C* mögen zwei Stromleitungen führen. Die eine Leitung steht genau dann unter Strom, wenn der Schalter *A* an ist; damit die andere Strom führt, müssen hingegen dieser Schalter *A* und ein weiterer Schalter *B* an sein. Wenn nun beide Schalter an sind und die Glühlampe *C* brennt, so liegt meines Erachtens gerade die kausale Konstellation der Kombination 2b + 5 vor.

Wesentlich daran ist, daß es sich hier ebenfalls um einen Fall kausaler Überbestimmtheit handelt, der sich aber vom Fall 6 unterscheidet; denn *B* spielt hier nicht so eine unabhängige Rolle wie im Fall 6, während *A* hier auf doppelte Weise für *C* ursächlich ist. In der Tat würde der Terminus „asymmetrische Überbestimmtheit“ hier viel besser passen als auf die unten diskutierten Fälle 2c + 8a und 2b + 8b (S. 81ff.), für die er im Umlauf ist.

Natürlich kann man sich hier noch mehr als im Fall 6 darüber streiten, ob man *B* hier überhaupt noch als Ursache von *C* bezeichnen soll. Wieder von den Irrtumsmöglichkeiten her argumentierend, neige ich zu einer positiven Antwort. Denn wenn wir zunächst nur das Zusammenwirken von *A* und *B* kennen, *B* drum

als Ursache von *C* verstehen und nun zusätzlich die private Verbindung von *A* zu *C* entdecken, so würden wir, glaube ich, wieder nicht sagen, wir hätten uns über *B* geirrt. Aber letztlich hängt nichts an solchen terminologischen Fragen; entscheidend ist, daß wir die sachlichen Möglichkeiten auseinanderhalten.[1]

Die Kombination 2a + 5: Eine wiederum sehr häufige Sachlage ist diese:



(Kombination 2a + 5)

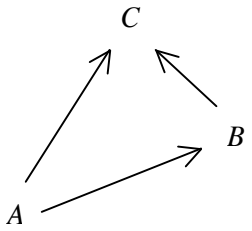
Das Autounfallbeispiel vom Fall 5 läßt sich leicht dementsprechend abwandeln: Jemand ist psychisch elend beieinander (*A*), drum betrinkt er sich (*B*), und erst beides zusammen macht ihn so unaufmerksam, daß er die Kontrolle über sein Fahrzeug verliert (*C*). Und weitere Beispiele sind nicht schwer zu finden.

Wichtig erscheint mir an dieser Kombination, daß sie nicht mit dem Fall 4 verwechselt werden darf. Denn dort galt: Wenn *B* erst einmal passiert ist, ist es für *C* ganz unwesentlich, daß *B* von *A* herrührte. Hier ist das nicht so; hier schafft sich *A* gewissermaßen das geeignete Umfeld, in oder mit dem es dann *C* herbeiführt. Drum sollte man *A* hier auch nicht aufgrund dieser Konstellation als indirekte Ursache von *C* bezeichnen. (Das schließt natürlich nicht aus, daß *A* aufgrund anderer, hier nicht erwähnter Sachverhalte eine indirekte Ursache von *C* ist; die im Fall 4 betonte Relativierung der Begriffe der Direktheit und Indirektheit ist immer zu beachten.)

---

[1] Diese Kombination macht Loebs (1974)-Analyse kausaler Überbestimmtheit Schwierigkeiten. Denn gemäß Loebs Explikationen ist *B* hier weder eine Ursache noch eine „C-condition“ für *C*; d.h. *B* ist hier im gewöhnlichen Sinne nicht-ursächlich für *C*. Das erscheint mir unangemessen.

Die Kombination 2a + 6: Das einschlägige Diagramm ist hier:

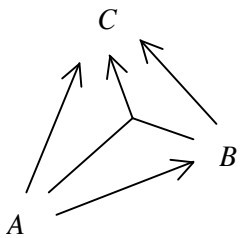


(Kombination 2a + 6)

Auch dieser Fall ist denkbar: Betrachten wir wieder die eine Lampe mit den zwei Stromzuführungen; die eine Leitung führe genau dann Strom, wenn der Schalter *A* an ist, die andere genau dann, wenn der Schalter *B* an ist. Zusätzlich existiere eine mechanische Kopplung, durch die man mit dem Schalter *A* auch den Schalter *B* anmacht. Der Sachverhalt, daß der Schalter *A* zum Zeitpunkt *t* angeschaltet wird, ist dann Ursache dafür, daß der Schalter *B* zum Zeitpunkt $t + \varepsilon$ angeschaltet ist (wobei ε die zeitliche Verzögerung der mechanischen Vorrichtung darstellt); und durch beides ist der Sachverhalt, daß die Lampe zum Zeitpunkt $t + \varepsilon + \varepsilon'$ brennt, kausal überbestimmt (wobei ε' die Dauer ist, die der Strom für die *B*-Leitung braucht; die *A*-Leitung kann man ja gerade so lang machen, daß der Strom darin die Dauer $\varepsilon + \varepsilon'$ braucht, bis er bei der Lampe ist).

Vom Fall 4 unterscheidet sich diese Kombination dadurch, daß hier *A* nicht nur über *B* indirekte Ursache von *C*, sondern unabhängig von *B* auch noch direkte Ursache von *C* ist. Und von der Kombination 2a+ 5 ist sie ebenso verschieden wie der Fall 6 vom Fall 5.

Nach all diesen Ausführungen dürfte nicht überraschen, daß auch das folgende Diagramm realisierbar ist:



(Kombination 2a + 5 + 6)

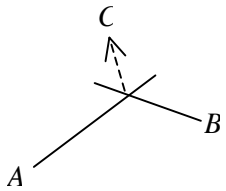
Doch gehört dieser Fall, in dem *A* auf dreierlei Weise für *C* ursächlich und *C* gar doppelt überbestimmt ist, wohl schon ins Kuriositätenkabinett.

3.2 Außerkraftsetzungen und Relais-Funktionen

Alle bisherigen Fälle zeichneten sich dadurch aus, daß sich in ihnen die von *A* oder *B* zu *C* führenden Kausalketten, soweit vorhanden, auch realisiert haben. Das wird nun anders.

Fall 7: Wem wäre etwa nicht schon die folgende Geschichte passiert? Meine Stammkneipe ist mir momentan verleidet, weil ich einer gewissen, dort verkehrenden Person partout nicht zu begegnen wünsche. Also wechsle ich das Lokal (*A*). Die andere Person jedoch, von ähnlichen Ängsten geplagt, meidet gleichfalls die Stammkneipe und verfällt fatalerweise auf dasselbe Lokal wie ich (*B*). Die Geschichte möge noch gut ausgehen, aus irgendwelchen Gründen bleibe uns die peinliche Begegnung erspart (*C*) – etwa weil ich mich in einem Nebenraum niedergelassen habe; aber daran, daß wir beide dasselbe Lokal wählten, hat's nicht gelegen, daß die Begegnung vermieden wurde.

Ich habe hier also den Fall im Auge, wo sich *A* und *B* in ihrer Wirksamkeit für *C* gegenseitig aufheben – im Diagramm:



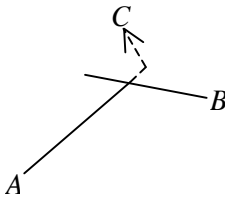
(Fall 7)

Hier wäre *A* mit non-*B* Ursache für *C* gewesen – in der Weise, in der im Fall 5 *A* und *B* tatsächlich Ursachen von *C* sind –, und ebenso wäre *B* ohne *A* Ursache für *C* gewesen. Nun haben sich aber *A* und *B* beide ereignet, und so sind sie beide keine Ursachen von *C*. In der Tat ist aufgrund des Diagramms auch rätselhaft, wieso *C* trotzdem passiert ist. Dafür müssen entweder andere, im Diagramm nicht

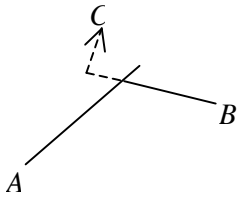
eingezeichnete Sachverhalte gesorgt haben; oder das Vorliegen von *C* ist womöglich etwas Irreguläres, Akausales.

Der Fall 7 ist keineswegs ungewöhnlich. In der Medizin gibt's Beispiele dafür zuhauf, und alle Geschichten, die nach dem Muster „viele Köche verderben den Brei" gestrickt sind und trotzdem gut ausgehen, funktionieren ebenso. Was an ihm interessant ist, ist vor allem der Vergleich mit dem Fall 6. In kausaler Hinsicht ist er vom Fall 6 offenkundig ganz verschieden. In kontrafaktischer Hinsicht ähneln jedoch die beiden Fälle einander insofern, als in beiden die normale kontrafaktische Aussage gilt: „Wenn *A* bzw. *B* nicht passiert wäre, wäre *C* trotzdem passiert." Ein Unterschied ergibt sich erst bei untypischen kontrafaktischen Aussagen – etwa bei der Aussage „wenn *C* nicht passiert wäre, so hätten schon vorher *A* und *B* beide nicht passieren dürfen", welche im Fall 6 wahr und im Fall 7 falsch ist. Wenn wir also später auf den Spuren des kontrafaktischen Ansatzes wandeln, werden wir darauf achten müssen, die Fälle 6 und 7 auseinanderzuhalten.

Fall 8: Die zwiefache Aufhebung von Fall 7 kann auch einfach vorliegen; dies ist sogar der einfachere Fall. Im Diagramm sieht das so aus:



(Fall 8a)



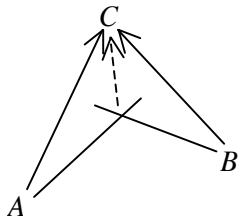
(Fall 8b)

Im Fall 8a wäre also *A* ohne *B* Ursache von *C* gewesen; aber *B* kommt dazwischen und hindert die von *A* nach *C* führende Kausalkette an ihrer weiteren Realisierung. Oder, wie wir auch sagen können: *B setzt A* in Bezug auf *C außer Kraft*. So etwas passiert laufend. Der Hobbygärtner hat sorgfältig alle Vorbereitungen zum Rasensprengen getroffen (*A*). Da platzt der Wasserschlauch (*B*). Wasser bekommt der Rasen trotzdem (*C*) – dank Petrus. Der Fall 8b ist ebenso zu beschreiben. Vielleicht sollte man hier nicht sagen, daß *A* dazwischenkommt, sondern eher, daß der Boden für *B* nicht bereitet war. Aber jedenfalls wird *B* von *A* außer Kraft gesetzt.

Im Fall 8 sind also *A* und *B* beide keine Ursachen von *C*. Und wie im Fall 7 bleibt aufgrund des Diagramms unerklärt, wieso *C* überhaupt passiert ist. Der Unterschied zum Fall 7 ist bloß der, daß hier das „wäre Ursache gewesen, wenn" nur einseitig gilt. In der Tat hätten wir den Fall 7 auch als die Kombination 8a + 8b darstellen können. Anzumerken ist noch, daß die Fälle 7 und 8 eine erste Demonstration des Merkspruchs vom Fall 1 sind, daß die verschiedenen Weisen, *keine* Ursache zu sein, auch zu beachten sind. Spezialfälle des Falls 1 sollen die Fälle 7 und 8 trotzdem nicht sein, weil der Fall 1 so gedacht war, daß da bezüglich *A* und *B* nicht einmal ein „wäre Ursache gewesen, wenn" gilt.

Vergegenwärtigen wir uns wiederum die Irrtumsmöglichkeiten, die hier reziprok zu denen im Fall 5 sind. In den Fällen 7 und 8a kann es einerseits sein, daß wir die Kausalverbindung, die *A* zusammen mit non-*B* zu *C* hat, gar nicht gesehen haben; und da sich diese Verbindung gar nicht realisiert, haben wir uns auch nicht getäuscht (was die Ursächlichkeit von *A* für *C* betrifft). Andererseits kann es aber auch sein, daß wir insgeheim non-*B* für bestehend angenommen oder gar die Abhängigkeit der *A*–*C*-Kausalverbindung von non-*B* überhaupt nicht erkannt haben und drum *A* für eine Ursache von *C* halten, und dann täuschen wir uns gründlich. Entsprechend können wir uns im Fall 8b irren. Da drückt z.B. der im Fahrstuhl Eingeschlossene verzweifelt auf den Notrufknopf (*B*), und – siehe da – die Retter nahen bald (*C*); natürlich wegen *B*, wie der Eingeschlossene glaubt. Aber der Notruf war kaputt (*A*); andere, die vergeblich auf den Aufzug warteten, haben die Helfer geholt. Diese Täuschung ist besonders beliebt, weil *C* ja in diesen Fällen passiert und sich damit unsere Kausalhypothese über *B* bzw. *A* bestätigt.

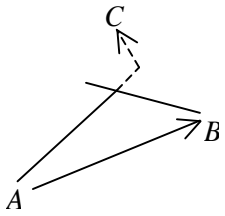
Mit den Fällen 7 und 8 entstehen auch neue Kombinationen. Ein besonders schönes Stück für unser Kuriositätenkabinett ist dies:



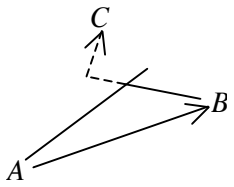
(Kombination 6 + 7)

Alles geht – die Stromkabel liegen schon wieder zur Exemplifizierung bereit. Doch es gibt wichtigere Fälle:

Die Kombinationen 2a + 8:



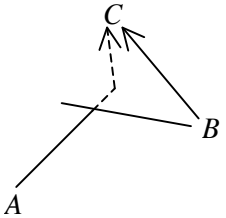
(Kombination 2a + 8a)



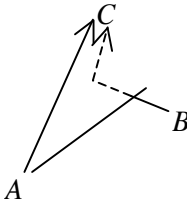
(Kombination 2a + 8b)

In der ersten Kombination bewirkt *A* seine eigene Außerkraftsetzung in Bezug auf *C*; in der zweiten bewirkt *A B* und setzt es gleichzeitig in Bezug auf *C* außer Kraft; und natürlich ließe sich der Fall 2a auch mit dem Fall 7 kombinieren. Diese Fälle sind durchaus üblich. Die Kombination 2a + 8a ist eine rudimentäre Beschreibung negativer Rückkoppelung: Non-*C* sei irgendein aufrecht zu erhaltender Zustand, *A* ein störender Einfluß und *B* der Mechanismus zur Aufrechterhaltung von non-*C*, der von *A* eingeschaltet wird und *A* ausschaltet. Die Kombination 2a + 8b liegt immer dort vor, wo *B* ein erwünschter Zustand ist, der aber die unangenehme Nebenwirkung *C* zeitigt; also muß man Maßnahmen *A* ersinnen, die *B* herbeiführen und das unerwünschte *C* verhindern. Untypisch ist an diesen Kombinationen nur, daß das zu vermeidende *C* trotzdem passiert – ohne Zutun von *A* und *B*. Dieser Mangel ist aber nur auf meine Systematik zurückzuführen, nach der wir noch nicht davon zu reden angefangen haben, wie *A* und *B* zu non-*C* stehen. Das werden wir später nachholen, wo wir so etwas wie negatives Feedback dann etwas besser beschreiben können.

Die Kombinationen 2c + 8a und 2b + 8b: Diese Fälle sind ebenfalls gar nicht ungewöhnlich, doch sind sie von all den hier diskutierten Fällen die schillerndsten, weil am unterschiedlichsten eingeordneten. Aber schauen wir sie uns zuerst an:



(Kombination 2c + 8a)



(Kombination 2b + 8b)

In der ersten Kombination setzt *B A* in Bezug auf *C* außer Kraft und führt selbst *C* herbei, in der zweiten ist es gerade andersherum. Hart und Honoré (1959), S. 219f., geben ein Beispiel hierfür. Es handelt von einem Wüstenreisenden, auf den ein Mordanschlag verübt wird, indem Gift in seinen Wassersack zugegeben wird, und kurz darauf und unabhängig vom ersten ein zweiter, indem ein Loch in seinen Wassersack gebohrt wird. Die Geschichte endet traurig; der zweite Anschlag setzt sich durch und hat gleichzeitig den ersten unwirksam gemacht. Ein anderes Beispiel ist das von Scriven: „Um 16h mögen Bedingungen vorliegen (ungewöhnliche Aufregung vielleicht samt konstitutionellen Schwächen), die einen Schlaganfall um 16.55h und daraus folgenden Tod um 17h garantieren; aber dennoch ist korrekterweise ein damit überhaupt nicht in Zusammenhang stehender Herzanfall um 16.50h als die Ursache des justament um 17h eintretenden Todes zu bezeichnen.“ (Scriven (1963/64), S. 410f.).

Lewis (1973b), S. 567, verwendet hier den Ausdruck „pre-emption“; Scriven (1966), S. 260, und Mackie (1974), S. 44ff., sehen hier kausale Überbestimmtheit vorliegen, versehen mit Attributen wie „asymmetrisch“,[1] „unabhängig“ oder „verbunden“ („linked“),[2] und Stegmüller (1973), S. 332, spricht von kausaler Abschirmung. Wir werden diesen Fall noch wieder anders klassifizieren – nicht aus reinem Widerspruchsgeist, sondern weil dadurch, wie ich mir einbilde, doch einiges klarer wird.

Aber bevor wir dem großen Interesse für diesen Fall nachspüren, sind noch einige Bemerkungen zur Terminologie am Platze. Zum ersten scheint es mir ungeschickt, hier von Überbestimmtheit zu reden. Denn so verwandt, läuft Überbestimmtheit auf den trivialen und ubiquitären Sachverhalt hinaus, daß ein Geschehnis statt auf die tatsächliche Weise auf andere Weise hätte verursacht werden können; ziemlich jedes Ereignis wäre dann überbestimmt zu nennen. Gewiß, in den obigen Beispielen ist die außer Kraft gesetzte Kausalkette, die auch zu dem jeweiligen *C* geführt hätte, besonders augenfällig. Aber ob eine solche Kausalkette knapp vor ihrer Vollendung oder auf für uns nicht mehr oder gar nicht er-

---

[1] Genau in dem Sinne, in dem wir im Rahmen des Falls 6 von asymmetrischer Überbestimmtheit geredet haben.

[2] Die zitierten Beispiele waren Beispiele für die Kombination 2c + 8a. Scrivens Staatsstreichbeispiel für „linked overdetermination“ ((1966), S. 261) oder Mackies Beispiel von den Gangstern Smith und Jones ((1964), S. 251 – seine Quellen sind dort angegeben) lassen sich als Beispiele für die Kombination 2b + 8b auffassen.

kennbare Weise schon vor Jahrhunderten angefangen wurde – das ist nur ein gradueller Unterschied. Drum scheint es mir sinnvoller zu sein, einen Sachverhalt nur dann kausal überbestimmt zu nennen, wenn mehrere, vollständig realisierte Kausalketten gleichzeitig zu ihm führen; und an diesen Gebrauch will ich mich fürderhin halten. Diagrammatisches Kennzeichen für einen überbestimmten Sachverhalt ist dann, daß mehrere durchgezogene Pfeile bei ihm enden – wie es etwa im Fall 6 oder in der Kombination 2b + 5 der Fall war.

Zum zweiten wird der Leser schon bemerkt haben, daß der Abschirmungsbegriff nun schon zum dritten Mal aufgetaucht ist; im Fall 3, im Fall 4 und hier war davon die Rede. Dies zeigt, daß er arg vieldeutig verwandt wird, was so manche Verwirrung heraufbeschworen haben mag. Dabei würde er meinem Empfinden nach am besten auf den Fall 8 passen. Denn im Fall 3 hat B überhaupt keine kausale Relevanz für C – man hat sie sich allenfalls eingebildet –, so daß es da gar nichts abzuschirmen gibt; im Fall 4 ist die mit dem Abschirmungsbegriff verbundene Assoziation verletzt, daß das Abschirmende etwas vom Abgeschirmten kausal Unabhängiges ist; und bei den zuletzt betrachteten Kombinationen ist es allein der darin enthaltene Fall 8, der einen von Abschirmung reden läßt. Wegen dieser Vieldeutigkeit mag ich aber lieber gar nicht mehr von Abschirmung sprechen, so daß ich für den Fall 8 den Terminus „Außerkraftsetzung“ gewählt habe.

Zur Ehrenrettung des Abschirmungsbegriffs ist freilich zu sagen, daß er ursprünglich[1] unzweideutig für eine bestimmte probabilistische Sachlage stand. Es mag auch sein, daß diese probabilistische Sachlage in den Fällen 3, 4 und 8 vorliegt (auch wenn sie allein diese Fälle offenkundig nicht kennzeichnen kann). Aber die mit dem Abschirmungsbegriff verbundenen Intentionen und Konnotationen sind eben doch eindeutig kausaler Natur und, wie sich gezeigt hat, ungut unklar.

Was ist an den Kombinationen 2c + 8a und 2b + 8b so knifflig? Daß sie sowohl der Regularitätstheorie wie dem kontrafaktischen Ansatz Schwierigkeiten machen. Bei der Kombination 2c + 8a fällt es der Regularitätstheorie schwer, *A* die Ursächlichkeit für *C* abzusprechen – ebenso wie es ihr schwerfiel, im Fall 3 *B* richtig einzuschätzen. Denn diese Kombination ändert ja nichts am regelmäßigen Zusammenhang zwischen *A*- und *C*-Artigem, also etwa – in Scrivens Beispiel – zwischen dem Vorliegen der Bedingungen für einen Schlaganfall und dem darauf-

[1] Reichenbach (1956), S. 189, hat ihn eingeführt.

folgenden Tod. Also müßte die Regularitätstheorie *A* als Ursache von *C* bezeichnen, und gerade, um ihr das vorzuhalten, hat Scriven das Beispiel angeführt.[1]

Umgekehrt fällt es dem kontrafaktischen Ansatz bei der Kombination 2c + 8a – ebenso wie schon beim Fall 6 – schwer, *B* die Ursächlichkeit für *C* zuzusprechen. Denn die Aussage „wenn *B* nicht passiert wäre, wäre auch *C* nicht passiert" ist hier rundweg falsch; *C* wäre ja trotzdem passiert. Ein mehrfach beschrittener und auch intuitiv plausibler Ausweg aus dieser Schwierigkeit argumentiert folgendermaßen.[2] Betrachten wir etwa den Fall des Wüstenreisenden, von dessen Tod wir sagen wollen, daß er vom zweiten und nicht vom ersten Mordanschlag verursacht worden ist. Zwar ließe sich sein Tod als solcher noch unter Berufung auf das Gift im Wassersack erklären, aber es gibt da zum Tode führende Zwischenschritte, die sich nicht mehr so erklären lassen. So wird der Wüstenreisende tagelang nichts getrunken haben, was sich nur auf das Loch im Wassersack und nicht auf das Gift zurückführen läßt. Es hat sich eben nur die vom Loch und nicht die vom Gift ausgehende Kausalkette vollständig realisiert. Das hat auch Folgen für unser kontrafaktisches Reden über diesen Fall: Wir würden zwar zugeben, daß der Reisende auch dann gestorben wäre, wenn in seinen Wassersack kein Loch gebohrt worden wäre. Wir würden aber auch sagen: Wenn der Reisende nicht tagelang nichts getrunken hätte, dann wäre er nicht unbedingt gestorben,[3] und wenn kein Loch in seinem Wassersack gewesen wäre, dann hätte er nicht tagelang nichts getrunken.[4]

Dies legt die folgende Modifikation des kontrafaktischen Ansatzes nahe: Wir verlangen nur noch, daß für zwei aufeinanderfolgende Glieder einer realisierten Kausalkette oder – wie wir auch sagen können – für direkte Ursachenbeziehungen die entsprechende kontrafaktische Aussage gilt; indirekte Ursachenbeziehungen müssen sich dann aus direkten zusammensetzen lassen, ohne daß die zugehörige

---

[1] Vgl. Scriven (1963/64), S. 411. – Dieselbe Schwierigkeit hat die Regularitätstheorie im übrigen schon mit dem Fall 8 selbst, der wohl nur deswegen in der Literatur nicht zu finden ist, weil in ihm gar keine Ursache für *C* vorkommt. In der Tat mag man sich fragen, ob denn etwa der Fall 8a nicht immer in Form der Kombination 2c + 8a vorkommt. Dies ist eindeutig mit „nein" zu beantworten. Denn erstens muß es nicht ein und derselbe Sachverhalt sein, der *A* in Bezug auf *C* außer Kraft setzt und selbst *C* verursacht – wie unsere Beispiele zum Fall 8 zeigen. Und zweitens ist auch immer mit unverursachten, nicht dem Kausalprinzip genügenden Ereignissen zu rechnen – zumindest als Denkmöglichkeit –, auch wenn uns das gegen den Strich geht.

[2] Dieser Ausweg ist z.B. schon bei Scriven (1963/64) angedeutet und bei Lewis (1973b), S. 567, und Mackie (1974), S. 45f., ausgeführt.

[3] Weil wir eben *nicht* sagen würden: Wenn der Reisende in jenen Tagen etwas getrunken hätte, dann hätte er das Gift aus seinem Wassersack getrunken.

[4] Dies ist gleichzeitig kein schlechtes Beispiel dafür, dass kontrafaktische Konditionale nicht transitiv sind; d.h. mit der Notation von Abschnitt 2.3: aus „$p \hookrightarrow q$" und „$q \hookrightarrow r$" folgt *nicht* „$p \hookrightarrow r$".

kontrafaktische Aussage zu gelten braucht.[1] Nach dem so modifizierten kontrafaktischen Ansatz wäre dann der zweite Mordanschlag, wie erwünscht, Ursache des Tods des Wüstenreisenden – und der erste nach wie vor nicht, da eben von ihm aus keine vollständige Kausalkette kontrafaktischer Konditionale zum Tod des Wüstenreisenden führt.

Doch damit ist die Angelegenheit immer noch nicht ausdiskutiert. Denn diese Argumentation hat eine bemerkenswerte Konsequenz: Malen wir uns die wüste Geschichte anders aus, nehmen wir an, daß der zweite Mordanschlag nicht stattgefunden hat, daß also kein Loch in den Wassersack gebohrt wurde und daß der Reisende in der Wüste aus dem Wassersack trinkt und auch stirbt. Dann ist er gestorben, weil er Gift zu sich genommen hat, und er hat Gift zu sich genommen, weil beim ersten Mordanschlag Gift in seinen Wassersack eingefüllt wurde *und* weil kein Loch im Wassersack war, aus dem das Gift wieder herausgeflossen wäre. Diese faktiven Weil-Sätze können wir auch kontrafaktisch wenden. Der eben dargelegten Argumentation zufolge heißt das jedoch nichts anderes, als daß jetzt die Tatsache, daß kein Loch in den Wassersack gebohrt wurde, (mit-)ursächlich für den Tod des Wüstenreisenden ist (wenn auch vielleicht nur als Randbedingung – aber wir hatten uns entschlossen, Randbedingungen auch als Ursachen anzusehen).

Allgemein ausgedrückt, bedeutet dies für die Kombination 2c + 8a, in der *A* und *C* Tatsachen darstellen: Wenn *B* passiert ist, so ist *B* eine Ursache von *C*, und wenn non-*B* passiert ist, so ist non-*B* eine Ursache von *C*. Ich bezweifle sehr, ob diese Konsequenz jedermann gefällt; und wem sie gefällt, dem wird sie vermutlich nicht auf Anhieb gefallen haben. Ich habe mich mittlerweile mit ihr angefreundet – auch weil sie die hier dauernd besprochenen Kombinationen in ein ganz anderes und, wie ich glaube, erhellenderes Licht rückt.

Denn die besondere Rolle, die *B* in der Kombination 2c + 8a spielt, läßt sich nun in der folgenden Weise als eine *Relais-Funktion* beschreiben: *B* fungiert in Bezug auf *C* wie ein Schalter, der je nachdem, wie er steht, die eine oder die andere zu *C* führende Kausalkette auf ihren Weg bringt; dabei sind *B* und non-*B* die beiden Stellungen des Schalters. Im Beispiel: Je nachdem, ob der zweite Mordanschlag stattfindet oder nicht, kommt der Wüstenreisende durch Durst oder durch Gift zu Tode.

---

[1] Genau diese Modifikation bildet den Kern der Ursachenexplikation von Lewis (1973b).

Wir sollten hier besser sagen, daß die Sachverhaltsmenge {*B*, non-*B*} in Bezug auf *C* als Relais fungiert; damit fassen wir ein Relais als die Menge seiner möglichen Stellungen auf. Dies gestattet uns, auch komplexere Relais $\{A_1, ..., A_n\}$ ($n > 2$) mit mehr als zwei Stellungen ins Auge zu fassen. Dabei müssen die $A_1, ..., A_n$ in jedem Fall paarweise logisch disjunkt sein; Relais sollen aus alternativen Kausalwegen nicht mehr als einen auswählen.[1] Hingegen brauchen wir nicht zu verlangen, daß die $A_1, ..., A_n$ zusammen logisch erschöpfend sind; ein Relais muß nicht für alle logischen Möglichkeiten einen Kausalweg nach *C* parat haben. Wichtig ist allein, daß es mindestens zwei Stellungen hat. Aber wir brauchen jetzt keine Relais-Theorie zu entwickeln; in dieser Fallsammlung haben wir es ohnehin nur mit einfachen Relais der Form {*B*, non-*B*} zu tun. Und da wollen wir uns auch wieder gestatten, einfach *B* selbst statt der Menge {*B*, non-*B*} als Relais zu bezeichnen.

Wenn nun also *B* wie in der Kombination 2c + 8a in Bezug auf *C* als Relais fungiert, sollen wir dann sowohl *B* wie non-*B* als Ursache von *C* bezeichnen, je nachdem, ob *B* oder non-*B* passiert? Ich finde, ja – und zwar gerade aufgrund der gelieferten Argumentation. *B* und non-*B* kausaltheoretisch unterschiedlich zu behandeln, also etwa *B*, wenn es passiert, als Ursache von *C* und non-*B*, wenn es passiert, nicht als Ursache von *C* zu bezeichnen, ist meines Erachtens unzulässig – auch wenn wie im Fall des Wüstenreisenden *B* eine auffällige Ursache seines Todes ist und non-*B* in der anderen Kausalkette nur eine unscheinbare Randbedingung gewesen wäre; Unterschiede sollten da erst mit Hilfe solcher Überlegungen gemacht werden, wie wir sie zu Beginn dieses Kapitels explizit außer Betracht gestellt haben. Und weder *B* noch non-*B* als Ursache von *C* zu bezeichnen, ist intuitiv auch nicht attraktiv; es hätte überdies die unerfreuliche Konsequenz, daß die am Fall 4 gewonnene Schlußfolgerung, jedes Glied einer zu *C* führenden Kausalkette Ursache von *C* zu nennen, plötzlich löchrig würde; es wären justament diejenigen Glieder davon auszunehmen, die in Bezug auf *C* Relais-Funktion haben.

Aber wiederum ist nicht so wichtig, wie wir mit dem Begriff der Ursache schlechthin bei solchen ausgefalleneren Konstellationen verfahren sollen. Entscheidend ist, daß wir hier mit der Funktion als Relais ein neuartiges Kausalver-

---

[1] Dies schließt natürlich nicht aus, dass ein *C*, in Bezug auf das $\{A_1, ..., A_n\}$ als Relais fungiert, außerdem kausal überbestimmt ist; nur wäre das mit dem Relais allein nicht zu beschreiben.

hältnis zwischen *B* und *C* vorliegen haben, dem eine Kausalitätstheorie jedenfalls Rechnung zu tragen hat.

Wenn wir diese neue Möglichkeit wirklich ernst nehmen, so ist klar, daß sich damit die Anzahl möglicher Konstellationen zwischen *A*, *B* und *C* nachgerade potenziert, so daß es sich gar nicht mehr lohnt, sie alle aufzuzählen und mit einem charakteristischen Diagramm auszustatten. Denn erstens kann sich hinter jedem (durchgezogenen) Pfeil in den bisherigen Diagrammen ein Relais verbergen. Betrachten wir etwa den Fall 2b, wo *A* für *C* ursächlich ist und *B* beziehungslos daneben steht. Hier könnten wir übersehen haben, daß über non-*A* eine andere Kausalkette als die tatsächliche zu *C* gelaufen wäre. Im Fall 5 ist es noch komplizierter: Dort hatten wir bisher eine Kausalkette ausgemacht, die *A* und *B* als relevante Bestandteile enthält. Es könnte aber dazu eine andere zu *C* führende Kausalkette geben, die *A* und non-*B* enthält – in welchem Falle *B* als Relais in Bezug auf *C* fungierte; es könnte stattdessen wieder eine andere Kausalkette geben, die non-*A* und *B* enthält – in welchem Falle *A* als Relais in Bezug auf *C* fungierte; oder es könnte alle drei Kausalketten geben und vielleicht noch eine vierte mit non-*A* und non-*B* – in welchem Falle *A* und *B* beide Relais wären.

Und zweitens kann sich auch hinter jeder leeren Fläche in den bisherigen Diagrammen ein Relais verbergen. Betrachten wir wieder den Fall 2b: Hier ist *A* eine Ursache von *C*; aber die vermittelnde Kausalkette könnte uns nur unvollständig bekannt sein; daß sich diese Kausalkette über das Relais *B* in zwei Zweige aufspaltet, könnte uns dabei ganz entgangen sein – eben weil *C* ja so oder so, mit oder ohne *B*, passiert wäre. In der Tat würde ich diese Situation – in der ich ja *B* als Ursache von *C* bezeichnen wollte – den bisher ermittelten Irrtumsmöglichkeiten als eine fünfte hinzugesellen.

Um die Aufzählung zu komplettieren: Selbst hinter einem gestrichelten Pfeil kann sich ein Relais verbergen. Im Fall 8a etwa kann es sein, daß *B* nicht bloß *A* als Ursache von *C*, sondern vielmehr {*A*, non-*A*} als Relais in Bezug auf *C* außer Kraft setzt. Aber es ist schon sonnenklar: Aufzählungen und Exemplifizierungen würden hier ins Endlose führen. Mit Kasuistik kommen wir hier nicht mehr weiter; Systematik ist vonnöten. Die wollen wir auch liefern. Jedoch – es hilft alles nichts:

3.3 Noch mehr Fälle: Seltsames und Zweischneidiges

Fall 9: Da haben wir zunächst einen Fall, der den eben besprochenen Kombinationen und auch dem Fall 6 ähnelt, letztlich jedoch nur eine ausgefallene Denkmöglichkeit darstellt – aber immerhin eine Denkmöglichkeit, und allein darauf kommt es an. Dem Fall 6 und den Kombinationen 2c + 8a und 2b + 8b war gemeinsam, daß dort schon das Vorliegen des Sachverhalts *A*-oder-*B* das Vorliegen des Sachverhalts *C* garantierte (falls man Ursächlichkeit als hinreichende auffaßt).[1] Zweitens war ihnen gemeinsam, daß in ihnen jeweils zwei verschiedene Kausalketten im Spiele sind. Der Unterschied lag erst darin, daß sich im Fall 6 beide involvierten Kausalketten realisierten, weswegen dort sowohl *A* wie *B* Ursache von *C* war, während in den Kombinationen sich nur die von *A* bzw. die von *B* ausgehende Kausalkette realisierte und die andere außer Kraft gesetzt war. Der nun anvisierte Fall 9 soll die erste Gemeinsamkeit teilen, die zweite aber nicht; d.h., auch hier soll schon *A*-oder-*B C* garantieren (bzw. ermöglichen, je nachdem, ob hinreichende oder notwendige Ursächlichkeit vorliegt), doch soll dabei nur eine einzige Kausalkette am Werke sein.

Um diesen Fall und, was daran merkwürdig ist, zu illustrieren, müssen wir ein Beispiel erfinden – ein reales gibt's wohl nicht: Bekanntlich funktionierte der alte Goldesel so, daß man ihn erst auf ein Tuch stellen und dann „Bricklebrit" rufen mußte, und schon spie er Goldstücke. So ist der Goldesel einfach ein Beispiel für den Fall 5; das Tuch und das „Bricklebrit" sind beide (Teil-)Ursachen für den Goldregen, auch wenn die Details der Verursachung geheimnisvoll sind. Mittlerweile wurde ein effektiverer, neuer Goldesel gezüchtet, der so funktioniert: Immer wenn man ihn auf ein Tuch stellt, so spuckt er zwei Sekunden später Goldstücke, und immer wenn man „Bricklebrit" ruft, so setzt eine Sekunde später der nämliche Goldregen ein. Wie sind dann die Kausalverhältnisse einzuschätzen, wenn man den neuen Goldesel auf einem Tuch plaziert (A) sowie eine Sekunde später „Bricklebrit" ruft (B) und der Goldesel wieder eine Sekunde später Goldtaler speit (C)?

Der entscheidende Zusatz ist dabei dieser: Es möge hier nicht der Fall 6 vorliegen; es möge hier also nicht von *A* eine Kausalkette ausgehen und von *B* eine andere, die beide zufälligerweise gleichzeitig mit dem Geldsegen enden. Es möge

[1] Von den bisher besprochenen Fällen und Kombinationen sind das auch die einzigen mit dieser Eigenschaft.

auch nicht die Kombination 2c + 8a vorliegen; es möge also nicht die vom Tuch ausgehende Kausalkette wegen des intervenierenden „Bricklebrit“ unvollendet bleiben. Und ebensowenig möge die Kombination 2b + 8b vorliegen. Vielmehr möge uns, auch wenn wir allen erdenklichen Scharfsinn aufbringen, völlig unerkennbar sein, inwiefern sich das „Bricklebrit“ einer anderen Kausalkette bedient als das Tuch. Das muß nicht heißen, daß wir überhaupt keine vermittelnden Kausalglieder zwischen *A* bzw. *B* und *C* aufspüren können; es heißt nur, daß alles, was wir an Vermittlung zwischen *B* und *C* finden, auch zwischen *A* und *C* vermittelt. Dabei brauchen wir das gar nicht so epistemelnd zu formulieren; im Märchen geht ohnehin alles anders zu, und vielleicht gibt es zwischen *B* und *C* wirklich nichts anderes an Vermittlung als zwischen *A* und *C*.

Das mag sehr rätselhaft oder gar unmöglich erscheinen. Jedoch, logisch unmöglich ist es sicherlich nicht. Es ist nur so, daß dieser Fall unserer eingefleischten Vorstellung, Kausalketten seien kontinuierlich, zuwiderläuft: Wenn die Kausalkette von *A* nach *C* kontinuierlich ist und nicht über *B* läuft (was hier der Fall ist – „Bricklebrit“ wird nicht vom Tuch verursacht) und wenn auch die Kausalkette von *B* nach *C* kontinuierlich ist, so muß letztere zumindest ein kleines Stückchen für sich allein haben. Und weil diese Vorstellung so eingefleischt ist, läßt sich auch kaum ein realistisches Beispiel für diesen Fall 9 angeben. Nur sollten wir unsere Analyse nicht von vorneherein mit dieser einschränkenden Vorstellung belasten, und drum sollten wir den Fall 9 zumindest als logische Möglichkeit hinnehmen.

Wie sind also in diesem Fall die Kausalverhältnisse zwischen *A*, *B* und *C* einzuschätzen? Einerseits könnte man sagen, daß hier nur *A* und nicht *B* eine Ursache von *C* ist – weil eben alles, was an Goldregen erzeugender Vermittlung vorhanden ist, schon von *A* in Gang gesetzt worden ist und *B* nichts mehr dazutut; „Bricklebrit“ wäre danach nur dann Ursache des Goldregens, wenn der neue Goldesel zuvor nicht auf ein Tuch gestellt worden wäre. Der Fall 9 wäre dann also eine seltsame Variante von Außerkraftsetzung von *B* durch *A*. Andererseits könnte man im Fall 9 auch einen Fall von kausaler Überbestimmtheit erblicken, in dem *A* und *B* beide und unabhängig voneinander Ursachen von *C* sind. Er wäre dann freilich kein normaler Fall von Überbestimmtheit wie der Fall 6, sondern auch ein merkwürdiger, weil dunkel bleibt, was *B* zur Überbestimmtheit beiträgt. Doch brauchen wir uns nicht auf eine bestimmte Einschätzung des Falls 9 festzulegen;

wichtig ist wiederum nur seine Neuartigkeit und Wohlunterschiedenheit gegenüber den früheren Fällen.

War der Fall 9 nur ein entlegener Sonderfall, so wird sich durch unsere letzte Betrachtung – ähnlich wie durch die Entdeckung der Relais – die Anzahl der Möglichkeiten noch einmal kräftig potenzieren. Sie besteht zunächst in einem sehr einfachen Gedanken: Auf all die beschriebenen Weisen, in denen *A* und *B* sich gegenüber *C* kausal verhalten können, können sich *A* und *B* auch gegenüber non-*C* statt *C* kausal verhalten – wobei die Annahme stehenbleiben soll, daß neben *A* und *B* nach wie vor *C* und nicht non-*C* passiert. Die so entstehenden Fälle seien durch einen angehängten Strich gekennzeichnet. Im Fall 5' etwa wären *A* und *B* also beide (Teil-)Ursachen für non-*C*, wenn non-*C* passiert wäre; und so sind beide keine Ursachen von *C*. Und im Fall 3' ist *A* Ursache von *B* und wäre Ursache von non-*C*, wenn non-*C* passiert wäre. In beiden Fällen ist rätselhaft, warum *C* statt non-*C* passiert ist; wenn es überhaupt eine Erklärung dafür gibt, so liegt sie jedenfalls nicht in *A* und *B*. Aber solche Rätselhaftigkeit ist uns schon von den Fällen 7 und 8 her wohlbekannt.

Eine interessante Folge dieses Gedankens ist, daß sich damit nicht bloß die Möglichkeiten insgesamt an Zahl vermehren, sondern auch alte Fälle noch weiter differenzieren lassen. Betrachten wir etwa den sehr kurz abgehandelten Fall 1, wo *A* nicht für *B* und beide nicht für C ursächlich waren. Dieser splittert sich nun, wie dort angekündigt, auf: Er kann zunächst in der Kombination 1 + 1' vorliegen, worin *C* (und eben auch non-*C*) mit *A* und *B* kausal überhaupt nichts zu tun hat; unser Beispiel zum Fall 1 fällt unter diese Kombination, und an sie hatten wir bei der Formulierung des Falls 1 hauptsächlich gedacht. Aber ebensogut kann der Fall 1 sich in den Kombinationen 1 + 2b', 1 + 2c', 1 + 5', 1 + 6' sowie 1 + 2b' +5', 1 + 2c' + 5', 1 +5' + 6' und schließlich auch 1 + 2b' + 8b' und 1 + 2c' + 8a' realisieren – um die Möglichkeiten einigermaßen vollständig aufzuzählen. Hier zeigt sich eben deutlich, daß „keine Ursache von *C* sein“ auch die Möglichkeit „Ursache von non-*C* sein, wenn non-*C* passiert wäre“ einschließt. In ähnlicher Weise, wenngleich bei weitem nicht in solche Vielfalt, lassen sich auch die Fälle 2a, 2b, 2c, 8a und 8b zerlegen. Doch mag der bloße Hinweis darauf genügen. Es lohnt sich jetzt nicht, durchzudenken, was alles miteinander kombinierbar ist; das überlassen wir besser einer systematischen Theorie zur Entscheidung.

Eine weitere Konsequenz ist, daß wir nun im Rahmen unserer Klassifikation eine im Groben vollständige Beschreibung negativen Feedbacks liefern können:

Sei *C* der Sachverhalt, daß ein bestimmtes Gleichgewicht aufrechterhalten wird, *B* der Sachverhalt, daß der Schutzmechanismus des Gleichgewichts eingeschaltet ist, und *A* ein störender Einfluss. Dann bestehen hier folgende Kausalbeziehungen: *A* würde mit non-*B* non-*C* verursachen; tatsächlich schaltet *A* jedoch *B* ein, und *B* bewahrt *C*.

Einer frappanteren Folge kommen wir mit einer abseitigen Frage auf die Spur: Wenn man schon mit dem Kausalverhältnis zwischen *A*, *B* und *C* auch das zwischen *A*, *B* und non-*C* betrachten muss, ist es dann denkbar, daß etwa *A* für *C* wie für non-*C* ursächlich ist, d.h. tatsächlich Ursache von *C* ist und Ursache von non-*C* gewesen wäre, wenn non-*C* geschehen wäre? Ein kräftiges „unmöglich“ oder „absurd“ liegt einem auf der Zunge. Doch machen uns die Relais-Fälle vielleicht vorsichtig, wo wir die reziproke Frage, ob denn sowohl *A* wie auch non-*A*, wenn es passiert wäre, Ursache von *C* sein könne, positiv beantwortet hatten. Und in der Tat, auch hier neige ich zu einer positiven Antwort; so sonderbar, wie es anmuten mag, ist das gar nicht:

Fall 10: Wir wissen nicht, ob es die beiden Supermächte binnen der nächsten zwei, drei Jahre schaffen, sich auf eine nennenswerte Abrüstung zu verständigen. Wenn sie es nicht schaffen, würden wir gewiss eine der vielen Ursachen davon in Reagans Politik der Stärke, um sie nur grob zu charakterisieren, erblicken. Und umgekehrt würden wir, wenn sie es doch schafften, sagen, daß es auch Reagans Politik der Stärke war, die auf irgendwelchen verschlungenen Pfaden zur Abrüstung geführt hat und so für diese ursächlich war. Oder um ein überschaubareres Beispiel zu geben, in dem es leider schon wieder um einen Noch-nicht-Toten geht: Ein akut schwer Erkrankter, der ohne ärztliche Hilfe jede Minute sterben kann und jedenfalls nur noch wenige Stunden zu leben hat, werde ins Krankenhaus eingeliefert. Er kommt sofort in den OP, wo die Ärzte um das Leben des Patienten kämpfen. Zwei Stunden später ist er tot. Der Fall kann hier so liegen, daß es sehr klar ist, daß die Notoperation für den Tod des Patienten ursächlich war – etwa weil Erkrankung *und* Operation doch zuviel für die Konstitution des Patienten waren oder weil sich, wie es heißt, eine nicht auch noch behebbare Komplikation ergeben hat. Die Sache hätte aber auch gut ausgehen können, und wenn der Patient zwei Stunden später noch gelebt hätte, so wäre die Notoperation auch dafür ursächlich gewesen.

Dies scheinen mir ziemlich klare Beispiele für den scheinbar so absurden Fall zu sein, daß ein Sachverhalt *A* für einen Sachverhalt *C* und für seine Negation non-*C*, je nachdem, ob *C* oder non-*C* vorliegt, ursächlich ist. Wie kann das zugehen? Mir scheint, *A* muss hier sozusagen eine *zweischneidige* Maßnahme sein, von der komplexe Kausalketten, die nach *C* greifen, wie auch solche, die nach non-*C* greifen, ausgehen. Welche davon sich durchsetzt und vollständig realisiert, liegt dabei an feinen und schwer identifizierbaren Details – so daß uns nichts anderes übrigbleibt, als das klare, wenngleich wenig klärende Urteil zu fällen, es habe sich diejenige Kausalkette durchgesetzt, deren Ende tatsächlich eingetreten ist. Oder anders ausgedrückt: Es scheint für den Fall 10 charakteristisch zu sein, daß er sich nur durch sehr verwickelte Kausalprozesse exemplifizieren läßt, von denen uns sehr viele Details unbekannt oder undurchschaubar sind. Bei einem solchen Prozeß neigen wir dann dazu, seine früheren Stadien, wie immer sie sind, für seine späteren Stadien, wie immer sie sind, für ursächlich zu halten. Das heißt mitnichten, daß wir hier dem Fehlschluss „post hoc ergo propter hoc" erliegen. Nicht alles, was vor dem Ende des Prozesses passiert, ist dafür ursächlich, sondern nur alles, was vor dem Ende des Prozesses passiert *und* Bestandteil des Prozesses ist. Und in der Regel haben wir ziemlich bestimmte Vorstellungen darüber, was zum Prozeß gehört und was nicht,[1] auch wenn uns die Funktionsweisen, die einzelnen Kausalschritte des Prozesses weitgehend unklar sind.

Mit den früheren Fallbezeichnungen können wir den Fall 10 einfach als die Kombination 2b + 2b' beschreiben. Daß Fälle ohne Strich mit Fällen mit Strich kombinierbar sind, hatten wir schon bei obiger Zergliederung des Falls 1 beobachtet; das ist auch nicht weiters überraschend. Was uns der Fall 10 demonstriert, ist vielmehr, daß sogar Fälle ohne Strich, in denen *A* und *B* auf die eine oder andere Weise für *C* ursächlich sind, mit Fällen mit Strich, in denen *A* und *B* auch für non-*C*, wenn es passierte, ursächlich wären, kombinierbar sind. Solche Kombinationen sind offenbar groß an Zahl, und die Moral aus dem Fall 10, wenn wir sie akzeptieren, ist, daß wir alle diese Kombinationen als mögliche Kausalbeziehungen ernst nehmen sollten.

---

[1] Nicht in dem Sinne, daß wir alles angeben könnten, was zum Prozeß gehört, sondern in dem Sinne, daß wir von jeder vorgelegten Tatsache ziemlich sicher sagen könnten, ob sie zum jeweiligen Prozeß gehört oder nicht.

3.4 Zusammenfassung

Diese lange Fallsammlung mag so manchen Leser zweifelnd zurückgelassen haben; diverse Einwände mögen ihm durch den Kopf gegangen sein: etwa daß da doch ziemlich verschiedene Sachen auf eine Stufe gestellt würden; daß da dauernd von realisierten und unrealisierten Kausalketten geredet wurde – ohne weitere Erläuterung, die da wohl angebracht wäre; daß von gleichen und verschiedenen Kausalketten die Rede war, ohne daß die Identitätskriterien klar wären; daß da arg leichtfüßig zwischen der faktischen und der epistemischen Ebene hin und her gesprungen wurde, also zwischen dem, wie Kausalbeziehungen wirklich sind, und dem, wie wir die Kausalbeziehungen einschätzen; oder daß die aus stilistischen Gründen vorgenommene Identifizierung von Sachverhalten und Ereignissen mehrfach intuitive Verwirrungen heraufbeschworen habe; kurz, daß man all die genannten Fälle wesentlich gründlicher analysieren müsse und daß sich dann die vorgebliche Vielfalt vermutlich beträchtlich reduzieren ließe.

Solchen Einwänden möchte ich mitnichten widersprechen. Nur verfolgte ich mit der Fallsammlung gar nicht die Absicht, alle Möglichkeiten restlos aufzuklären und zu systematisieren. Die Strategie war vielmehr, erst einmal auf möglichst viele Möglichkeiten aufmerksam zu machen. Denn zu viel für möglich zu halten und dies durch weitere Analyse zu korrigieren, ist bestimmt besser, als zu wenig für möglich zu halten und dann über lückenhaftem Material eine vermutlich ebenso lückenhafte Theorie zu errichten. Dringlicher als schärfere Analyse ist daher zunächst anderes: nämlich erstens, etwas mehr Ordnung in unsere Fallsammlung zu bringen; und zweitens vor allem, irgendwie noch mehr Sicherheit darüber zu gewinnen, daß nun wirklich alle Möglichkeiten bedacht sind. Wie könnten wir das anfangen? Nun, eine Methode scheint mir zu sein, mit ersterem auch zweiteres zu leisten. Denn wenn wir ein möglichst liberales Schema ausbreiten und dann feststellen, daß unsere Fallsammlung dieses Schema vollständig ausfüllt, dann hätten wir mehr Sicherheit (wenn auch natürlich keine absolute), da eine neue Möglichkeit dann schon das ganze Schema sprengen müßte.

Ein solches Schema gibt's, und ich will es zuerst präsentieren und dann erläutern, wie unsere Fallsammlung darin unterzubringen ist. Wenn wir die Fälle Revue passieren lassen, zeigt sich, daß es vier verschiedene Kausalbeziehungen zwischen *A* und *C* gibt, bei denen *B* nicht beteiligt ist: Es kann wie im Fall 2b eine Kausalkette von *A* zu *C* führen, so daß *A* für *C* ursächlich ist; es kann wie im Fall

2b' eine Kausalkette von *A* zu non-*C* führen, die sich auf womöglich unerklärliche, jedenfalls durch *B* nicht erklärbare Weise nicht vollständig realisiert hat; es kann wie im Fall 1 (so wie er intendiert war) überhaupt keine Kausalkette von *A* zu *C* oder non-*C* führen; oder *A* kann wie im zweischneidigen Fall 10 für *C* wie für non-*C*, wenn es passiert wäre, ursächlich sein. Diese vier Möglichkeiten seien so symbolisiert:

„+“ stehe für den positiven Fall (Ursächlichkeit für *C*),

„–“ stehe für den negativen Fall (Ursächlichkeit für non-*C*),

„∘“ stehe für den neutralen Fall (Ursächlichkeit weder für *C* noch für non-*C*),

„±“ stehe für den zweischneidigen Fall (Ursächlichkeit für *C* wie für non-*C*);

„•“ stehe ferner für „∘ oder –“ und

„ “ (d.h. kein Eintrag in der folgenden Tabelle) für „+ oder ∘ oder –“.

Auf die gleichen vier Weisen kann nun auch non-*A* zu *C* stehen, auch wenn dies bisher allenfalls im Relais-Fall angesprochen worden war. Wieder die gleichen vier Möglichkeiten bestehen etwa für die Beziehung zwischen *A*-und-*B* und *C*, wie der Fall 5, der Fall 5', der Fall 1 und die Kombination 5 + 5' exemplifizieren, wo jeweils eine oder keine *A* und *B* enthaltende und zu *C* oder non-*C* führende Kausalkette vorliegt. Dies legt nahe – jedenfalls hier, wo es uns um ein möglichst liberales Schema geht –, daß diese vier Möglichkeiten der Beziehung zu *C* für jede logische Kombination aus *A* und *B* bestehen – mit Ausnahme natürlich der tautologischen und der kontradiktorischen Kombination, die ja weder *A* noch *B* wesentlich enthalten und so auch in keiner Kausalkette wesentlich enthalten sein können. Wir haben es demnach mit den folgenden 14 logischen Kombinationen zu tun:[1]

$A, \neg A, B, \neg B,$

[1] Dabei bedienen wir uns der üblichen aussagenlogischen Kurznotation: „¬“ für „nicht“, „∧“ für „und“, „∨“ für das adjunktive „oder“ und „↔“ für die materiale Äquivalenz.

$A \wedge B$, $A \wedge \neg B$, $\neg A \wedge B$, $\neg A \wedge \neg B$,
$A \vee B$, $A \vee \neg B$, $\neg A \vee B$, $\neg A \vee \neg B$, $A \leftrightarrow B$ und $A \leftrightarrow \neg B$.

Schließlich dürfen wir nicht vergessen, daß die obigen vier Möglichkeiten auch für die Kausalbeziehung von *A* bzw. ¬ *A* zu *B* bestehen. Dies bedeutet, zusammengefaßt, daß wir die möglichen Kausalbeziehungen zwischen *A*, *B* und *C* dadurch charakterisieren können, daß wir +, –, ◦ und ± über insgesamt 16 Fälle oder Spalten verteilen. Damit ergibt sich für unsere Fallsammlung die Tabelle auf der nächsten Seite, welche mit nachstehenden Kommentaren verständlicher wird:

(1) Von Interesse sind eigentlich nur die letzten vierzehn Spalten, da sich in ihnen alle wichtigen Variationen abspielen. Nennen wir sie die *C*-Spalten. Das Schema ist dann so zu verstehen: Pluszeichen in verschiedenen *C*-Spalten stehen immer für zumindest teilweise verschiedene, zu *C* führende Kausalketten. Wenn also wie bei der Kombination 2b + 5 in der *C*-Spalte „*A*“ wie in der *C*-Spalte „$A \wedge B$“ ein Pluszeichen steht, so heißt das, daß es eine zu *C* führende Kausalkette gibt, die nur *A* enthält, und eine andere, die *A* und *B* enthält. Daraus ergibt sich also z.B., daß *C* genau dann kausal überbestimmt ist, wenn in den „wahren“ *C*-Spalten „*A*“, „*B*“, „$A \wedge B$“, „$A \vee B$“, „$A \vee \neg B$“, „$\neg A \vee B$“ und „$A \leftrightarrow B$“[1] insgesamt mehr als ein Pluszeichen steht. Entsprechendes gilt für andere als Pluszeichen. Die Bedeutung der ersten acht *C*-Spalten, der normalen sozusagen, dürfte mit dieser Bemerkung schon verständlich sein.

[1] Wo *A* und *B* wahr sind, sind das ja gerade alle wahren logischen Kombinationen aus *A* und *B*.

Kausalbeziehung von A zu B				Kausalbeziehung von A und B zu C																	
		A	$\neg A$		A	$\neg A$		B	$\neg B$		$A \wedge B$	$A \wedge \neg B$	$\neg A \wedge B$	$\neg A \wedge \neg_R B$		$A \vee B$	$A \vee \neg B$	$\neg A \vee B$	$\neg A \vee \neg_R B$	$A \vee B$	$A \vee \neg B$
Fall 1:		●			●			●			●	●	●			○	○	○	○	○	○
Fall 2a:		+	●		●			●			●	●	●			○	○	○	○	○	○
Fall 2b:		●			+	●		●			○	●	●	●		○	○	○	○	○	○
Fall 2c:		●			●			+	●		○	●	●	●		○	○	○	○	○	○
Fall 3:		+	●		+	●		○			○	●	●	●		○	○	○	○	○	○
Fall 4:		+	●		○	●		+	●		○	●	●	●		○	○	○	○	○	○
Fall 5:		●			○	●		○	●		+	●	●			○	○	○	○	○	○
Fall 6:		●			+	●		+	●		○	●	●	●		○	○	○	○	○	○
Kombination 2a + 5:		+	●		○	●		○	●		+	●	●			○	○	○	○	○	○
Kombination 2b + 5:		●			+	●		○	●		+	●	●	●		○	○	○	○	○	○
Kombination 2a + 6:		+	●		+	●		+	●		○	●	●	●		○	○	○	○	○	○
Fall 7:		●			○	●		○	●		●	+	+	●		○	○	○	○	○	○
Fall 8a:		●			○	●		●			●	+	●	●		○	○	○	○	○	○
Fall 8b:		●			●			○	●		●	●	+	●		○	○	○	○	○	○
Kombination 2a + 8a:		+	●		○	●		●			●	+	●	●		○	○	○	○	○	○
Kombination 2a + 8b:		+	●		●			○	●		●	●	+	●		○	○	○	○	○	○
Kombination 2c + 8a:		●			○	●		+	●		○	+	●	●		○	○	○	○	○	○
Kombination 2b + 8b:		●			+	●		○	●		○	●	+	●		○	○	○	○	○	○
Fall 9:		●			●	●		●	●		●	●	●	●		+	●	●	●	●	●
negatives Feedback:		+	●		○	○		+	●		○	−	○	○		○	○	○	○	○	○
Fall 10:		●			±	○		●	●		●	●	●	●		○	○	○	○	○	○

(2) Weniger klar ist der Sinn der letzten sechs und eher pathologischen Spalten. Er erschließt sich aber, wenn wir beachten, daß nur der Fall 9 wesentliche Verwendung von diesen Spalten macht. Im Fall 9 war es ja so, daß es nichts an kausaler Vermittlung zwischen *B* und *C* gab, was nicht auch schon zwischen *A* und *C* vermittelte. Zumindest ab dem Zeitpunkt, auf den sich *B* bezieht, gab es hier also nur *eine* zu *C* führende Kausalkette, gleich, ob sich nun *A oder B oder A* und *B* realisiert. (Und im Extremfall existierte gar nichts an vermittelnder Kausalkette, d.h. sozusagen nur die Nullkette.) Deswegen scheint es mir angebracht, den Fall 9 mit Hilfe der Spalte „$A \vee B$“ zu beschreiben und diese Spalte gerade auf solche Fälle anzuwenden. Analog sind die Spalten „$A \vee \neg B$“, „$\neg A \vee B$“ und „$\neg A \vee B$“ zu interpretieren. Den Spalten „$A \leftrightarrow B$“ und „$A \leftrightarrow \neg B$“, nur der Vollständigkeit halber hinzugefügt, läßt sich auch nur in ähnlich seltsamen Fällen Sinn abgewinnen. Denn gemäß der gegebenen Erläuterung bedeutet ein Pluszeichen etwa in der Spalte „$A \leftrightarrow \neg B$“, daß alles, was *A* und $\neg$ *B* mit *C* kausal verknüpft, auch $\neg$ *A* und *B* mit *C* verknüpft oder umgekehrt, d.h. daß entweder *A* und $\neg$ *B* oder $\neg$ *A* und *B* nichts an eigener, differenzierender Vermittlung zu *C* besitzen. Und dafür gibt es wohl nur ähnlich märchenhafte Beispiele wie für den Fall 9.

(3) Wenn wir alle diskutierten Fälle für wenigstens denkbar halten, so stellt, im Prinzip zumindest, jede Verteilung von „+“, „–“ „○“ und „±“ auf die 16 Spalten eine logische Möglichkeit dar. So kommt die erwähnte horrende Zahl von 4^{16} Möglichkeiten zustande. Diese sind in vorstehender Tabelle natürlich nicht alle enthalten; aber sie enthält immerhin von jedem Möglichkeitstyp ein Beispiel, wie wir gleich noch ausführen. Die allermeisten dieser 4^{16} Möglichkeiten sind natürlich groteske und praktisch irrelevante Kombinationen von mehrfacher positiver Überbestimmtheit (von *C*), mehrfacher negativer Überbestimmtheit (von $\neg C$, wenn es passiert wäre), multiplen Relais und vielfältigen Zweischneidigkeiten. Die Frage, ob diese 4^{16} Kombinationen wirklich alle logisch möglich sind, ist dabei in Anbetracht der mit unserer Systematik verbundenen Zielsetzung nicht so wichtig.[1]

(4) Um nun die Tabelle von unten aufzurollen und so von den Absonderlichkeiten zu den interessanteren Beobachtungen fortzuschreiten: Der Fall 10 ist der

[1] Z.B. mag man, selbst wenn man die Möglichkeit von Relais und Zweischneidigkeiten zugesteht, bezweifeln, daß es möglich ist, daß sowohl *A* wie $\neg A$ in Bezug auf *C* zweischneidig sind. Auch ist nicht zu sehen, wie sich der Fall 9 mit dem Fall 2c, in dem eine von *A* unabhängige Kausalkette von *B* zu *C* führt, kombinieren lassen soll. Und so weiter.

einzige, der ein „±“ enthält, und er soll für alle ±-Fälle stehen. Die vielen ◦-Zeichen, die in der Tabelle in den ersten acht *C*-Spalten auftauchen, sollen dabei sicherstellen, daß die anderen Zeilen nicht einmal versteckt einen solchen ±-Fall enthalten. Denn wenn etwa in der *C*-Spalte „*A*“ ein „+“ und in der Spalte „$A \wedge B$“ ein „–“ stünde, so wäre das auch als eine tatsächliche Zweischneidigkeit zu beurteilen.

(5) Den Fall des negativen Feedbacks habe ich nur deswegen in die Tabelle aufgenommen, um wenigstens eine Zeile zu haben, in der explizit ein Minuszeichen auftritt.

(6) Der Fall 9 ist der einzige, der in den letzten sechs Spalten ein Pluszeichen enthält. Sonst habe ich dort immer ein „◦“ platziert, um klarzumachen, daß all die anderen Fälle so zu verstehen waren, daß in ihnen so etwas Merkwürdiges wie der Fall 9 nicht beigemischt ist. Hält man den Fall 9 und Ähnliches für unmöglich, so kann man die letzten sechs Spalten einfach streichen.

(7) Die Kombinationen 2c + 8a und 2b + 8b sind die einzigen, die Relais enthalten; in der Kombination 2c+8a etwa ist *B* tatsächlich Ursache von *C*, und wenn $\neg B$ passiert wäre, so wäre $\neg B$ wie auch *A* Ursache von *C* gewesen. Gleiches gilt für keine andere Zeile, selbst wenn wir an den leeren Stellen Pluszeichen einsetzen. Natürlich gibt es viele andere Relais als die angeführten. So, wie Überstimmtheit immer von mehreren Pluszeichen in „wahren“ *C*-Spalten angezeigt ist, sind Relais immer durch Pluszeichen in mehreren, logisch miteinander unverträglichen *C*-Spalten charakterisiert.[1] Überbestimmtheiten und Relais-Funktionen können auch gemeinsam auftreten; so kann etwa in den vier ersten *C*-Spalten jeweils ein Pluszeichen stehen.

(8) Als Beispiele für kausale Überbestimmtheit von *C* enthält unsere Tabelle den Fall 6 und die Kombinationen 2b+5 und 2a+6.

(9) Die restlichen Zeilen, also die Fälle 1, 2a, 2b, 2c, 3, 4, 5, 8a und 8b und die Kombinationen 2a+5, 2a+8a und 2a+8b decken die „normalen“ Möglichkeiten *vollständig* ab, in denen weder eine Zweischneidigkeit noch der Fall 9 noch eine kausale Überbestimmtheit noch eine Relais-Funktion hereinspielen.

(10) Damit können wir auch unsere Ergebnisse darüber resümieren, wann wir sagen sollten, daß *A* und *B* Ursachen von *C* sind. *A* ist eine Ursache von *C*, wenn in den *C*-Spalten „*A*“, „$A \wedge B$“, „$A \vee B$“, „$A \vee \neg B$“ und „$A \leftrightarrow B$" mindestens ein

[1] Entgegen den früheren Erläuterungen wäre demzufolge auch der Fall 7 als ein Relais-Fall einzustufen. Diese Unsicherheit auszuräumen, ist jetzt jedoch nicht nötig.

+- oder ±-Zeichen auftaucht; sonst ist *A* nur noch in dem in der nächsten Bemerkung besprochenen Fall eine Ursache von *C*. *B* ist genau dann eine Ursache von *C*, wenn in den *C*-Spalten „*B*“, „$A \wedge B$“, „$\neg A \vee B$“ und „$A \leftrightarrow B$“ – und je nachdem, wie wir über den Fall 9 reden wollen, eventuell noch „$A \vee B$“ – mindestens ein +- oder ±-Zeichen steht.

(11) In noch einer weiteren Situation ist *A* eine Ursache von *C*, nämlich dann, wenn *A* eine Ursache von *B* ist, d.h. die allererste Spalte ein +- oder ±-Zeichen enthält und wenn die *C*-Spalte „*B*“ (oder auch die *C*-Spalte „$\neg A \vee B$“) ein +- oder ±-Zeichen enthält. Prototyp dieser Situation ist der Fall 4, und *A* ist hier eben, wie früher festgestellt, wegen *B* nur indirekte Ursache von *C*.

(12) Mit der Unterscheidung zwischen direkten und indirekten Ursachen (in dem relativen Sinne, wie er in den Ausführungen zum Fall 4 erläutert wurde) läßt sich noch etwas mehr Ordnung in unser Schema bringen. Denn nur bei den „normalen“ Möglichkeiten können die Ursachenbeziehungen direkt sein, während alle Vertracktheiten, wollen sie nicht ins Absonderliche abgleiten, auf indirekte Ursachenverhältnisse rekurrieren müssen. Damit ist folgendes gemeint: Betrachten wir etwa den Fall 6, wo *C* durch *A* und *B* kausal überbestimmt ist. Innerhalb der beschränkten Sachverhaltsmenge {*A*, *B*, *C*} sind *A* und *B* beide direkte Ursachen von *C*; weder macht *A B* noch *B A* zur indirekten Ursache. Dennoch ruht der Fall 6 stillschweigend auf der Hypothese, daß es weitere, bisher nicht genannte Sachverhalte gibt, die *A* zu einer indirekten Ursache von *C* machen, und andere Sachverhalte, die *B* zu einer indirekten Ursache von *C* machen. Denn gäbe es solche Sachverhalte nicht, so könnte keine Rede davon sein, daß *A* und *B* auf verschiedenen Wegen zu *C* führen. Vielmehr führte dann von *A* wie von *B* ein und derselbe Weg zu *C* – nämlich sozusagen der Nullweg –, und damit verkümmerte der Fall 6 zu unserem obskuren Fall 9.

Dasselbe gilt für Relais: Die Kombination 2c + 8a etwa setzte voraus, daß *C* durch *A* und non-*B* über eine und durch *B* über eine andere Kausalkette herbeigeführt wird. Gäbe es keine vermittelnden Sachverhalte, so wäre es beidemal wieder der Nullweg, der zu *C* führt, und auch diese Kombination degenerierte zum Fall 9. Oder betrachten wir das Relais $\{A \wedge B, A \wedge \neg B\}$. Damit *B* hier eine Relais-Funktion haben kann, müssen durch *B* und $\neg B$ verschiedene Kausalketten eingeschaltet werden. Fehlten die differenzierenden vermittelnden Sachverhalte, so wäre *B* schlicht irrelevant, und das vermeintliche Relais reduzierte sich auf den normalen Fall 2b.

Natürlich gilt diese Überlegung erst recht für den zweischneidigen Fall 10; ohne vermittelnde Sachverhalte, die teils in Richtung *C* und teils in Richtung non-*C* weisen, würde er zur schieren Unbegreiflichkeit.

Diese Beobachtung wird sich als sehr wertvoll erweisen. Sie verheißt uns einen relativ einfachen Einstieg in die Explikation kausaler Begrifflichkeit, sofern wir über den Begriff der direkten Ursache einsteigen. Denn bei diesem müssen wir uns nur mit überschaubar wenigen Möglichkeiten auseinandersetzen. Und haben wir den Einstieg erst einmal geschafft, so müßten wir doch auch mit all den Komplikationen zu Rande kommen. –

Lassen's wir damit genug sein an Resumée. Vergegenwärtigen wir uns nur kurz noch einmal, was wir in diesem Kapitel geleistet haben. Wir haben untersucht, welche Formen das Kausalverhältnis zwischen drei Sachverhalten *A*, *B* und *C* annehmen kann, die alle drei statthaben, wobei *A* früher als *B* und *B* früher als *C* stattfindet. Wir haben versucht, diese Formen so vollständig wie irgend möglich aufzuzählen, um unsere spätere Theorie an möglichst vollständigem Material orientieren und überprüfen zu können. Die Hoffnung, daß unsere Aufzählung tatsächlich vollständig ist, dürfte dabei vielleicht nicht zu verwegen sein. Unser Schema macht gleichzeitig klar, daß es für vier und mehr Sachverhalte noch sehr viel mehr und verwickeltere mögliche Kausalbeziehungen gibt. Aber bei unserer Fallsammlung leitete uns die untergründige Hoffnung, daß unter vier und mehr Sachverhalten keine prinzipiell neuen Konstellationen auftauchen, sondern nur Situationen, wie wir sie auch schon an drei Sachverhalten studieren konnten.

Auf gewisse Beispielssorten sind wir freilich gar nicht eingegangen. So haben wir nichts über die möglichen Kausalverhältnisse zwischen gleichzeitigen Sachverhalten gesagt. Wir haben physikalische Spekulationen, die auf die Möglichkeit zeitlich rückläufiger Verursachung hinweisen, einfach außer acht gelassen. Ob sich komplexere kausale Konstellationen, unter denen z.B. Wechselwirkungen oder Regelsysteme prominent sind, aus unseren einfachen Fällen zusammensetzen lassen, ist alles andere als klar. Und so weiter. Dies erinnert uns daran, daß die adäquate Behandlung der hier diskutierten Fälle nur eine notwendige Bedingung für die Akzeptabilität einer Kausalitätstheorie ist.

Auch sind wir unserem Hauptziel – nämlich kausale Begrifflichkeit mit Hilfe möglichst nicht kausaler Begriffe zu erklären – noch gar nicht näher gekommen. Wir können nur besser überprüfen, ob wir dieses Ziel erreicht haben, wenn wir

meinen, so weit zu sein. Wenden wir uns also nach all diesen Vorbereitungen zielstrebig unserer Theorie selbst zu.

T E I L II

D I E T H E O R I E

KAPITEL 4

PROZESSRÄUME: DIE GEGENSTÄNDE VON URSACHENAUSSAGEN

Wenn wir uns nach all den vorbereitenden Darlegungen nun daranmachen, eine systematische Theorie der Kausalität zu entwickeln, so muß der erste Schritt sein, dafür präzise formale Grundlagen bereitzustellen. Dies soll in diesem und im nächsten Kapitel geschehen: In diesem Kapitel müssen wir unser dauerndes Reden von Sachverhalten, ihrem zeitlichen Hintereinander, ihrem Vorliegen etc. formal befassen; das heißt, wir müssen hinsichtlich der Problematik (3) von Kapitel 1, hinsichtlich des Gegenstandsbereichs von Kausalaussagen eine präzise Stellung beziehen. Hierzu werde ich eine mathematische Konstruktion verwenden, welche ich als *Prozeßraum* bezeichnen werde. Im nächsten Kapitel gilt es dann, die Konzepte zu definieren, auf deren Grundlage wir die Explikation kausaler Begriffe oder eigentlich die gesamte Problematik (4) von Kapitel 1 angehen können; das heißt, wir müssen hier für unsere Theorie das einführen, was für die Regularitätstheorie die wahren (Natur-)Gesetze[1], für den kontrafaktischen Ansatz die kontrafaktischen Aussagen oder eine dahinter stehende Theorie des kontrafaktischen Konditionals[2] und für das probabilistische Paradigma die Wahrscheinlichkeiten[3] waren. Ich werde das als *Prozeßgesetz* bezeichnen, im deterministischen Fall als deterministisches, im probabilistischen als probabilistisches. Ein *Prozeß* ist dann einfach ein Prozeßraum mit einem Prozeßgesetz[4], und was wir in den weiteren Kapiteln tun werden, ist dann gerade, die in einem gegebenen Prozeß dieser Art herrschenden Kausalverhältnisse zu untersuchen.

---

[1] Vgl. S. 32, 34 und 37f.

[2] Vgl. S. 43ff.

[3] Vgl. S. 53ff.

[4] Diese Terminologie, die vielleicht nicht besser, aber auch nicht schlechter als andere ist, kommentiere ich später ausführlicher.

Die formalen Definitionen sind dabei schnell geliefert; sie bestehen im wesentlichen aus einigen mathematischen Standardkonstruktionen. Mehr Mühe wird uns bereiten, uns Klarheit darüber zu verschaffen, was wir da überhaupt zusammendefinieren. Denn dies ist ein für allemal festzuhalten: Formale Präzision einerseits und Klarheit und Begreifbarkeit andererseits sind zunächst zwei ganz verschiedene Dinge. Wenn wir über einen bestimmten Untersuchungsbereich reden und wenn wir dann unsere Behauptungen in den Stand der Beweisbarkeit oder Herleitbarkeit bringen oder gar metatheoretische Überlegungen über unser Reden anstellen wollen, so ist es unerläßlich, dieses Reden in einen präzisen formalen Apparat zu übersetzen; drum kommen auch wir nicht umhin, einen geeigneten formalen Apparat einzuführen. Und in der Tat bringt die strenge Geregeltheit des Hantierens mit dem formalen Apparat *eine* nicht zu unterschätzende Form von Klarheit mit sich. Jedoch – wenn der formale Apparat nicht zum Selbstzweck verkommen soll, muß ihm ein möglichst klares Verständnis dessen beigegeben werden, wofür er stehen soll, was mit ihm repräsentiert werden soll. Dieses Verständnis kommt nicht von der Kenntnis des formalen Apparates allein. Es kann sich dadurch einstellen, daß man gründlich übt, worauf alles der Formalismus angewandt werden soll – so, wie wir einmal das Wort „Ball“ gelernt haben. Diese Methode, zu einem Verständnis zu kommen, ist nicht gering zu achten; aber bei komplexeren formalen Apparaten und für Erwachsene, die schon Sprechen gelernt haben, ist dies eine unzulängliche Methode. Weiter hilft nur eine möglichst sorgfältige Erläuterung des Formalismus, eine möglichst sorgfältige Beschreibung dessen, was er repräsentieren soll. Und darum will ich mich hier wenigstens bemühen.[1]

4.1 Prozeßräume: Der mathematische Apparat

Was in diesem Abschnitt geschieht, ist im wesentlichen identisch mit der mathematischen Konstruktion eines so genannten Meßraumes, wie er in der Wahrscheinlichkeitstheorie zur Repräsentation eines stochastischen Prozesses verwandt

[1] Ich betone das deshalb so, weil mir gegen diese Grundregel des Einführens von Formalismen allzu oft verstoßen zu werden scheint, von Philosophen wie von Wissenschaftlern. Mehr als diese etwas moralinsaure Bemerkung zum bloßen Verfahren mag ich hierzu jetzt nicht machen; natürlich reichen die Weiterungen dieses Themas tief in die Sprachphilosophie und in die Philosophie der Mathematik hinein.

wird. Aber schon hier ist vorstehende Bemerkung einschlägig; was da repräsentiert wird, ist nicht so klar, wie man denken sollte. Doch führen wir diese Konstruktion erst einmal durch; reflektieren läßt sie sich besser hinterher, in den Abschnitten 4.2 – 4.4.

Als erste Ingredienz benötigen wir eine zeitliche Struktur. Diese sei gegeben durch eine Menge T von Zeitpunkten oder *Zeitindizes* samt einer Ordnungsrelation $\leq$ auf T, die die zeitliche Reihenfolge der Elemente von T spezifiziert; „$t \leq t'$“ heißt also, daß t höchstens so spät ist wie t'. Da es nicht nötig sein wird, auf die metrischen Eigenschaften der Zeit Bezug zu nehmen, reicht die Annahme einer solchen bloßen Ordnung hin. Die Elemente von T sollen auf dreifache Weise interpretierbar sein, weswegen ich sie neutral als Zeitindizes bezeichne: Erstens können wir sie als Zeitpunkte im physikalischen Sinn verstehen; diese Interpretation werden wir z.B. wählen, wenn wir den Prozeß betrachten, wie sich ein Körper kontinuierlich in Zeit und Raum bewegt. Zweitens können wir sie als mehr oder weniger ausgedehnte, paarweise disjunkte Zeitintervalle im physikalischen Sinn verstehen; diese Interpretation wäre etwa für den Prozeß der Wirtschaftsentwicklung angemessen, wenn wir nur auf monatlich ermittelte Wirtschaftsdaten eingehen. Und drittens können wir sie als abstrakte Stadien eines Prozesses verstehen, deren physikalische Lokalisierung nicht spezifiziert sein muß; wenn wir etwa den Prozeß des Schachspielens beschreiben wollen, so werden wir ihn durch die Folge von Zügen bzw. Halbzügen ordnen; diese müssen zwar in physikalischer Zeit vollziehbar sein, aber in welchen konkreten physikalischen Zeitpunkten oder -intervallen die Halbzüge stattfinden, ist uns dabei ganz egal.

An formalen Eigenschaften von T und $\leq$ ergibt sich daraus dies: $\leq$ muß eine totale Ordnung auf T, d.h. transitiv, konnex und antisymmetrisch sein. Darüber hinaus muß sich T in Bezug auf $\leq$ ordnungserhaltend in die Menge der reellen Zahlen abbilden lassen, d.h. T versehen mit $\leq$ muß ordnungsisomorph zu einer Teilmenge der Menge der reellen Zahlen (versehen mit der natürlichen Ordnung zwischen den reellen Zahlen) sein; denn ohne diese Annahme ist keine der drei Interpretationen der Zeitindizes durchführbar. Als Variablen für die Elemente von T werde ich durchweg „s“ und „t“ mit oder ohne Indizes verwenden. Schließlich stehe „$s \geq t$“ für „$t \leq s$“, „$s < t$“ für „$s \leq t$“ und „$s \neq t$“ und „$s > t$“ für „$t < s$“ – um damit auch die Relationen „höchstens so früh wie“, „früher als“ und „später als“ symbolisiert zu haben.

Als zweite Ingredienz benötigen wir eine Familie $(\Omega^u)_{u \in U}$ von *Faktorentypen*.

Ein Faktorentyp Ω^u soll eine Menge von *Zustandstypen* sein, von denen sich zu jedem Zeitpunkt oder -index aus logischen Gründen genau einer realisieren muß, die also logisch paarweise disjunkt und zusammen erschöpfend sind. Zustandstypen und somit auch Faktorentypen sind demnach zeitlich noch unspezifiziert – zur zeitlichen Spezifikation steht ja die schon eingeführte zeitliche Struktur bereit –, und die Bezeichnung „Typ" bezieht sich allein auf diese Abstraktion von der zeitlichen Spezifikation. Faktorentypen sind also z.B.: {der Würfel *a* (ein ganz bestimmter) zeigt *n* Augen | $n = 1, ..., 6$}, den wir verwenden werden, wenn wir den Prozeß, der aus einer Reihe von Würfen mit dem Würfel *a* besteht, betrachten wollen; oder {der in Rede stehende Minister tritt zurück, der in Rede stehende Minister tritt nicht zurück} oder auch {die große Schneeschmelze setzt ein, die große Schneeschmelze setzt nicht ein}, um auf frühere Beispiele zurückzugreifen; oder {der Schwerpunkt der Voyager 2 befindet sich am Ort *x* | *x* ist Raumpunkt}, womit wir die Reise der Voyager 2 beschreiben können; oder {der durchschnittliche Luftdruck in München beträgt *x* Millibar | $x \geq 0$}, was ein Teil der Beschreibung meteorologischer Prozesse wäre; und so weiter. Die Elemente dieser Beispielsmengen sind alle zeitlich unspezifiziert; zusammen mit einer zeitlichen Spezifikation sind sie konkrete Sachverhalte.

Statt der Menge Ω^u von Zustandstypen werde ich häufig auch den charakteristischen Index *u* selbst als Faktorentyp bezeichnen. Da wir zur Repräsentation irgendeines Wirklichkeitsausschnitts in der Regel mehrere solcher Faktorentypen brauchen, habe ich oben eine ganze Familie von Faktorentypen angesetzt, die durch irgendeine Indexmenge *U* indiziert sei, welche lediglich sozusagen buchhalterische Funktion hat. Wenn wir etwa nur eine Reihe von Würfen mit dem Würfel *a* repräsentieren wollen, so kommen wir da noch mit nur einem Faktorentyp, nämlich dem oben angeführten, aus. Aber eine halbwegs inhaltsreiche Repräsentation des Wettergeschehens wird nicht nur über den Luftdruck in München, sondern auch über die Temperatur, Stärke und Richtung des Windes, Niederschlagsmenge etc. in München *und* an anderen Orten reden und deshalb für jede betrachtete meteorologische Variable und für jeden betrachteten Ort einen eigenen Faktorentyp benötigen. Was dabei alles zu *einem* Faktorentyp zusammengefaßt werden darf, ist – abgesehen davon, daß die Zustandstypen eines Faktorentyps logisch paarweise disjunkt und zusammen erschöpfend sein müssen – eine schwammige und kaum präzisierbare Angelegenheit, die wir innerhalb der von unseren Natürlichkeitsgefühlen abgesteckten Grenzen ziemlich willkürlich ent-

scheiden können. Wenn wir etwa ein aus fünf Körpern bestehendes physikalisches System beschreiben, so können wir dazu zehn Faktorentypen verwenden – für jeden Körper einen, der seine möglichen Orte angibt, und einen zweiten, der seine möglichen Impulse nennt. Ebensogut jedoch können wir dieses System mit Hilfe seines Phasenraumes, wie die Physiker es nennen, repräsentieren; dabei spezifiziert jeder Punkt des Phasenraumes einen kompletten möglichen (zeitlich unspezifizierten) Zustandstyp des Systems, d.h. für jeden Körper einen Ort und einen Impuls. Diese zweite Repräsentation enthält nur noch einen Faktorentyp, nämlich den Phasenraum. Welche Repräsentation, die mit zehn Faktorentypen oder die mit einem, die *richtige* sei, ist dabei eine unsinnige Frage. Die Repräsentationen sind ineinander übersetzbar und laufen inhaltlich auf dasselbe hinaus. Die eine wird in der einen, die andere in der andern Hinsicht nützlicher sein; aber mehr an Unterschied gibt es nicht.

An formalen Anforderungen haben wir dann lediglich, daß U nicht leer sein darf – es muss mindestens einen Faktorentyp geben – und daß jedes Ω^u ($u \in U$) mindestens zwei Elemente hat; denn enthielte Ω^u nur einen Zustandstyp, so müßte dieser sich mit logischer Notwendigkeit realisieren, und ein solches Ω^u wäre uninteressant. Hingegen sind der Kardinalität von U und der jedes Ω^u ($u \in U$) nach oben hin keine Grenzen gesetzt.

Hier ist nun eine dritte Ingredienz manchmal notwendig und immer nützlich. Diese besteht in einer *Sachverhaltsstruktur*, auf der dann die im nächsten Kapitel einzuführenden Prozeßgesetze definiert sein werden. Diese sei dadurch eingeführt, daß wir jedem Ω^u ($u \in U$) eine nicht-triviale, d.h. nicht allein aus $\varnothing$ und Ω^u bestehende Mengenalgebra $\mathfrak{A}^u$ über Ω^u beigeben. Die Elemente von $\mathfrak{A}^u$ mögen – da zeitlich noch unspezifiziert – *Sachverhaltstypen* heißen. Durch die gesonderte Spezifizierung von $\mathfrak{A}^u$ ($u \in U$) verschaffen wir uns also die Möglichkeit, im jeweiligen $\mathfrak{A}^u$ genau die Sachverhaltstypen zu versammeln, über die wir gerade reden wollen. Wir werden dann für $u \in U$ auch das Paar $\langle \Omega^u , \mathfrak{A}^u \rangle$ als Faktorentyp bezeichnen.

Wichtig ist der Umstand, daß dem deterministischen und dem probabilistischen Fall unterschiedliche Sachverhaltsstrukturen technisch angemessen sind; die Gründe hierfür werden im nächsten Kapitel klar werden. Deshalb wollen wir für den deterministischen Fall annehmen, daß $\mathfrak{A}^u$ ($u \in U$) eine *vollständige Algebra* über Ω^u ist, und für den probabilistischen Fall, daß $\mathfrak{A}^u$ eine σ-Algebra über Ω^u ist. $\mathfrak{A}^u$ ist dabei genau dann eine vollständige bzw. eine σ-*Algebra* über Ω^u, wenn $\mathfrak{A}^u$

eine Menge von Teilmengen von Ω^u ist derart, daß $\Omega^u \in \mathfrak{A}^u$, für jedes $A \in \mathfrak{A}^u$ auch $\Omega^u \setminus A \in \mathfrak{A}^u$ und für jedes nicht-leere $\mathfrak{S} \subseteq \mathfrak{A}^u$ bzw. für jedes nicht-leere, endliche oder abzählbar unendliche $\mathfrak{S} \subseteq \mathfrak{A}^u$ auch $\bigcup \mathfrak{S} \in \mathfrak{A}^u$ gilt.

Natürlich wird im deterministischen Fall $\mathfrak{A}^u$ in der Regel die Potenzmenge von Ω^u sein; aber es ist nützlich, sich nicht darauf festlegen zu müssen. Wenn Ω^u endlich oder abzählbar unendlich ist, so wird auch im probabilistischen Fall $\mathfrak{A}^u$ in der Regel die Potenzmenge von Ω^u sein. Wenn hingegen Ω^u überabzählbar ist – was wir ja nicht ausgeschlossen haben –, so darf im probabilistischen Fall $\mathfrak{A}^u$ gar nicht die Potenzmenge von Ω^u sein; denn $\mathfrak{A}^u$ soll später der Definitionsbereich eines Wahrscheinlichkeitsmaßes werden, und auf der Potenzmenge einer überabzählbaren Menge lassen sich bekanntlich nur uninteressante Wahrscheinlichkeitsmaße definieren.[1] Hier ist also der Punkt, wo es notwendig ist, explizit eine Sachverhaltsstruktur $\mathfrak{A}^u$ ($u \in U$) einzuführen, die mit den Ω^u ($u \in U$) allein noch nicht gegeben ist. Für die anderen Fälle wäre das nicht unbedingt notwendig, aber es ist, wie gesagt, technisch nützlich und auch zwecks Gleichbehandlung der gerade angesprochenen Fälle wünschenswert.

Damit haben wir all unser deskriptives Material beieinander, mit dem wir konstruieren können, was wir nachfolgend als Prozeßraum definieren. In dieser Definition wird jedoch eine Teilmenge I von $U \times T$ eine Rolle spielen, deren Funktion vorher erläutert sei: Mit dem bisher Eingeführten können wir für jeden uns interessierenden Zeitindex t sagen, welcher Zustands- oder Sachverhaltstyp eines uns interessierenden Faktorentyps sich zu t realisiert. Aber vielleicht ist das schon mehr, als wir in Anspruch nehmen wollen; vielleicht wollen wir gar nicht für jeden Zeitpunkt jeden Faktorentyp in Betracht ziehen. So mag etwa, ob ein gewisser Herr eine gewisse Fahne schwenkt oder nicht, nur für einen bestimmten Zeitpunkt interessant sein, während wir diesen Faktorentyp für andere Zeitpunkte außer Betracht lassen wollen. Genau dies soll die Menge I leisten; sie soll genau jene Paare $\langle u, t \rangle \in U \times T$ enthalten, für die wir explizit in Betracht ziehen wollen, wie sich der Faktorentyp u zu t realisiert. Mag es auch im Moment nicht unbedingt einleuchten, daß wir diese selektierende Menge I wirklich benötigen – jedenfalls verschafft sie uns eine als solche schon schätzenswerte Freiheit.

Über das bisher Erläuterte hinaus enthält die folgende Definition nur die Konstruktion eines großen Produktraumes, die hinterher weiter kommentiert wird:

---

[1] Vgl. etwa Bauer (1968), §8, oder Hewitt, Stromberg (1969), sect.10.

Definition 4.1: $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ heißt ein *deterministischer* bzw. ein *probabilistischer* oder kurz ein *D-* bzw. *P-Prozeßraum* relativ zu $(\langle \Omega^u, \mathfrak{A}^u \rangle)_{u \in U}$, T und $\leq$ genau dann, wenn gilt:

(a) U ist eine nicht leere Menge, und für jedes $u \in U$ ist Ω^u eine mindestens zweielementige Menge und $\mathfrak{A}^u$ eine nicht-triviale vollständige bzw. σ-Algebra über Ω^u,

(b) T ist eine nicht leere Menge und $\leq$ eine totale Ordnung auf T, so daß T mit $\leq$ isomorph zu einer Teilmenge von $\mathbf{R}$ ist,

(c) I ist eine nicht leere Teilmenge von $U \times T$,

(d) Ω ist die Menge aller auf I definierten Funktionen ω, für die gilt: für jedes $i = \langle u, t \rangle \in I$ ist $\omega(i) \in \Omega^u$,

(e) wenn für jedes $i = \langle u, t \rangle \in I$ und $A \in \mathfrak{A}^u$ $E(i, A) = \{\omega \in \Omega \mid \omega(i) \in A\}$ und $\mathfrak{E}_i = \{E(i, A) \mid A \in \mathfrak{A}^u\}$ ist, dann ist $\mathfrak{A}$ die von $\bigcup_{i \in I} \mathfrak{E}_i$ erzeugte vollständige bzw. σ-Algebra über Ω.[1]

Die Elemente von I mögen *Faktoren* heißen; jedes $i \in I$ gibt ja einem Faktorentyp $u \in U$ einen Zeitindex $t \in T$ als zeitliche Konkretisierung bei.

Die Elemente von Ω nennen wir (*mögliche*) *Verläufe* im Prozeßraum $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ – zu Recht: eine Funktion $\omega \in \Omega$ gibt für jeden uns interessierenden Faktorentyp u und für jeden uns interessierenden Zeitindex t, d.h. für jedes $\langle u, t \rangle \in I$ an, welcher Zustandstyp von Ω^u sich zu t gemäß ω realisiert; jedes $\omega \in \Omega$ liefert also eine komplette Beschreibung dessen, was alles in dem durch I gekennzeichneten Wirklichkeitsausschnitt passieren kann.

Die Algebra $\mathfrak{A}$ soll dann die Sachverhaltsstruktur, die jedem Faktorentyp Ω^u durch die Algebra $\mathfrak{A}^u$ beigegeben ist, auf Ω übertragen: Für $i = \langle u, t \rangle \in I$ und $A \in \mathfrak{A}^u$ enthält $E(i, A)$ genau die Verläufe, gemäß denen sich ein Zustandstyp aus A zu t realisiert, und repräsentiert so den Sachverhalt, daß der Sachverhaltstyp A zu t vorliegt. $\mathfrak{A}$ enthält dann gerade alle diese einfachen Sachverhalte der Form $E(i, A)$ und alle bzw. alle abzählbaren logischen, d.h. mengenalgebraischen Kombinationen davon. Ich werde daher die Elemente von $\mathfrak{A}$ ganz allgemein als *Sachverhalte* bezeichnen.

Hier ist noch eine ergänzende Notation einzuführen:

---

[1] D.h., $\mathfrak{A}$ ist die kleinste vollständige bzw. σ-Algebra über Ω, für die $\bigcup_{I \in I} \mathfrak{E}_i \subseteq \mathfrak{A}$.

Definition 4.2: Sei $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}\rangle$ ein D- bzw. P-Prozeßraum. Dann sei für jedes $J \subseteq I$ $\mathfrak{A}_J$ die von $\bigcup_{i\in J} \mathfrak{f}_i$ erzeugte vollständige bzw. σ-Algebra über Ω. Für $i \in I$ schreiben wir statt $\mathfrak{A}_{\{i\}}$ auch einfach $\mathfrak{A}_i$.

$\mathfrak{A}_J$ ist also diejenige Subalgebra von $\mathfrak{A}$, die genau jene Sachverhalte aus $\mathfrak{A}$ enthält, die allenfalls über die Faktoren aus J etwas aussagen. Ein $\mathfrak{A}_i$ enthält demnach nur Sachverhalte, die sagen, wie sich der Faktor i realisiert; somit ist $\mathfrak{A}_i = \mathfrak{f}_i$.

Damit können wir auch schon sagen, wodurch in dem angeführten Apparat die Gegenstände von Kausalbeziehungen, d.h. die Dinge, die als Ursachen und Wirkungen in Frage kommen, repräsentiert werden sollen. Im 2. wie im 3. Kapitel schien dauernd durch, daß Ursachen und Wirkungen Sachverhalte sind, die logisch nicht zusammengesetzt sind und sich auf einen bestimmten Zeitpunkt oder -index beziehen;[1] und hier sind das gerade die Sachverhalte $A \in \mathfrak{A}$, für die $A \in \mathfrak{A}_i$ für ein $i \in I$ gilt. Aber im Moment ist das nur eine Vorankündigung; wir werden noch darauf zurückkommen.[2]

Es ist außerdem darauf hinzuweisen, daß wir meist immer mit derselben Familie $(\langle\Omega^u,\mathfrak{A}^u\rangle)_{u\in U}$ von Faktorentypen und derselben zeitlichen Struktur T und $\leq$ arbeiten werden, so daß wir sie nicht immer zu erwähnen brauchen und auch unrelativiert von Prozeßräumen reden können. In der Definition 4.2 haben wir das ja schon so gemacht.

Schließen wir das erste formale Paket mit einigen, später nützlichen Definitionen ab. Zuerst noch ein Stückchen Notation:

Definition 4.3: Für jeden Faktor $i = \langle u, t\rangle \in I$ sei $\tau_i = t$.

τ_i ist also derjenige Zeitpunkt oder -index, zu dem sich der Faktor i auf die eine oder andere Weise realisiert. Damit können wir einige spezielle Sorten von Prozeßräumen unterscheiden:

---

[1] Zum zweiten vgl. etwa S. 33, und zum ersten vgl. etwa S. 74.

[2] Ein Sachverhalt aus einem $\mathfrak{A}_i$ ist freilich nur *relativ* zum gegebenen Prozeßraum logisch nicht zusammengesetzt. In einem anderen Prozeßraum mag, was intuitiv derselbe Sachverhalt ist, als logisch zusammengesetzt repräsentiert werden – wie das Beispiel vom Fünf-Körper-System auf S. 108f. zeigt, das wir mit Hilfe eines Faktorentyps oder mit Hilfe von zehn Faktorentypen beschreiben können.

Definition 4.4: Sei $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ ein Prozeßraum relativ zu $(\langle \Omega^u, \mathfrak{A}^u \rangle)_{u \in U}$, T und $\leq$.

(a) Dann heiße $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ *homogen* gdw. es $U' \subseteq U$ und $T' \subseteq T$ gibt, so dass $I = U' \times T'$.

(b) $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ heiße *simultaneitätsfrei* gdw. für alle $i, j \in I$ mit $i \neq j$ $\tau_i \neq \tau_j$ gilt.

(c) $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ heiße *endlich* gdw. Ω endlich ist.

(d) $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ heiße *zustandsendlich* gdw. für jedes $i = \langle u, t \rangle \in I$ Ω^u endlich ist.

(e) $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ heiße *faktorenendlich* gdw. I endlich ist.

(f) $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ heiße *zeitlich diskret* gdw. $\{\tau_i \mid i \in I\}$ (versehen mit $\leq$) isomorph zu einer Teilmenge der Menge der ganzen Zahlen (versehen mit der natürlichen Ordnung) ist.

Der Inhalt dieser Definitionen ist klar: War die Definition 4.1 insofern noch sehr allgemein, als über die Faktorenmenge I keinerlei einschränkende Annahmen gemacht wurden, so läßt sich nun mit Definition 4.4 (a) eine wünschenswerte Einschränkung formulieren; denn in aller Regel werden wir es in der Anwendung mit homogenen Prozeßräumen zu tun haben. In simultaneitätsfreien Prozeßräumen gibt es keine Gleichzeitigkeiten; in ihnen realisieren sich keine zwei Faktoren zum gleichen Zeitpunkt. Es ist klar, daß in einem homogenen und simultaneitätsfreien Prozeßraum $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ $I = \{u\} \times T'$ für ein $u \in U$ und ein $T' \subseteq T$ sein muß. Wenn für jedes $i = \langle u, t \rangle \in I$ α_i die Kardinalität von Ω^u ist, so beträgt die Kardinalität von Ω offenbar $\prod_{i \in I} \alpha_i$ („Π“ als Kardinalzahlprodukt aufgefaßt); damit ist auch klar, daß ein Prozeßraum genau dann endlich ist, wenn er zustands- und faktorenendlich ist. Schließlich ist jeder faktorenendliche Prozeßraum offenkundig auch zeitlich diskret.

Zweck der Definition 4.4 ist es, verschiedene Vereinfachungen zu ermöglichen. Solange wir es vermeiden wollen, höhere Mathematik heranzuziehen, werden wir uns auf endliche Prozeßräume beschränken. Das Problem, ob Ursache und Wirkung gleichzeitig sein können, beschwert uns nicht, solange wir nur mit simultaneitätsfreien Prozeßräumen arbeiten. Und eine vorläufige Beschränkung auf zeitlich diskrete Prozeßräume enthebt uns all der Komplikationen, die sich mit zeitlich kontinuierlichen Prozessen einstellen. Dies wiederum nur als Vorankündigung.

Ansonsten ist darauf hinzuweisen, daß wir all die gerade eingeführten technischen und notationellen Details erst ab Kapitel 6 wesentlich verwenden werden. Für die weiteren, eher sprachphilosophischen Ausführungen und auch für die Be-

handlung der Prozeßgesetze im nächsten Kapitel brauchen wir nur von irgendeiner vollständigen bzw. σ-Algebra $\mathfrak{A}$ von Sachverhalten über einer Grundmenge Ω auszugehen; die gegebene Konstruktion von Ω und $\mathfrak{A}$ aus einer Menge von Faktorentypen und einer zeitlichen Struktur ist da noch nicht relevant. –

Über diese Definitionen gibt es nun vor allem einmal dies zu sagen: Alle empirischen Wissenschaften, die mit dem klassischen, nicht-relativistischen Zeitbegriff arbeiten, haben immer solche Prozeßräume zum Untersuchungsgegenstand. Seien es die dynamischen Prozesse der klassischen Physik, die stochastischen Prozesse aller Arten von Statistikern, die evolutionären Prozesse der Biologen, die Lernprozesse der Psychologen, die Zeitreihen der Ökonometriker, die Spielprozesse der Spieltheoretiker, die Systeme der Systemtheoretiker, und so weiter – immer geht es darum, Aussagen über einen bestimmten Prozeßraum zu machen. Selbst bei sozialen, politischen oder historischen Prozessen ist das so, auch wenn diese nicht solcherweise formalisiert vorliegen. Verwunderlich ist das nicht unbedingt; aber wert, wenigstens einmal festgestellt zu werden, ist diese Tatsache schon. Die Angst, irgendein Anwendungsfeld mit unserem Apparat nicht erfassen zu können, braucht uns jedenfalls nicht zu plagen – von der allerdings wesentlichen Beschränkung auf den klassischen Zeitbegriff abgesehen.

So enthält denn auch die Definition 4.1 nichts weiter als das mathematische Standardverfahren zur Erfassung all solcher empirischen Anwendungen. In der Tat: Würden wir einem P-Prozeßraum $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ noch ein Wahrscheinlichkeitsmaß auf $\mathfrak{A}$ beigeben, so hätten wir gerade das, was Mathematiker unter einem stochastischen Prozeß oder, genauer, unter einem kanonischen stochastischen Prozess verstehen.[1] Nur die Terminologie habe ich etwas abgeändert – eine Konzession an die philosophische Seite: So wird, was ich Faktor nenne, üblicherweise Variable genannt. Doch ist diese Bezeichnung vieldeutig – manchmal werden auch Faktorentypen Variablen genannt, und in der Logik sind Variablen ohnehin etwas ganz anderes – und überhaupt ungut; zwar nicht mehr in der Mathematik, doch in den angewandten Wissenschaften ringt man noch heute hart mit diesem Wort. Drum vermeide ich lieber das Wort „Variable“ in diesem Zusammenhang

[1] Vgl. etwa Bauer (1968), § 63.– Der einzige kleine Unterschied ist, daß in den stochastischen Prozessen der Mathematiker gemeinhin nur ein Faktorentyp vorkommt. Daß ich mit mehreren Faktorentypen arbeite, bringt demgegenüber nur scheinbar größere Allgemeinheit; dies zeigen meine Bemerkungen darüber, wie man mehrere Faktorentypen zu einem einzigen zusammenfassen kann. Es bringt aber den kleinen Vorteil, daß ich explizit sagen kann, wie sich ein momentaner Gesamtzustandstyp aus Zustandstypen mehrerer Faktorentypen zusammensetzt; und bei vielen Anwendungen möchte man das sagen können.

und verwende es nur im logischen Sinn. Die Elemente von Ω heißen in der Mathematik Pfade; „Verlauf“ schien mir demgegenüber die deutlicheren zeitlichen Konnotationen zu haben. Und die Elemente von $\mathfrak{A}$ heißen in der Mathematik Ereignisse. Davon ließen sich insbesondere Philosophen verwirren; denn, wie wir im Abschnitt 4.4 sehen werden, repräsentieren die Elemente von $\mathfrak{A}$ gerade nicht, was nach philosophischer Analyse gemeinhin unter Ereignissen verstanden wird, sondern so etwas wie Propositionen oder Sachverhalte. Meine Bezeichnung „Sachverhalt“ ist jedenfalls zweifelsohne angemessener.

Diese Konzessionen an die philosophische Seite sind freilich eher gering. Dies liegt daran, daß die Art und Weise und die Terminologie, in der logisch orientierte Philosophen die gleiche Sache darstellen, ziemlich anders und, wie ich befürchte, für die nicht-philosophische Seite eine noch höhere Hürde ist als die nicht-philosophischen Gebräuche für die Philosophen.[1] Drum seien jedoch wenigstens die nächsten Abschnitte darauf verwandt zu diskutieren, wie der gerade eingeführte mathematische Apparat an die in mancher Hinsicht subtilere Darstellungsweise der philosophischen Seite anzukoppeln ist – um dann später umso unbeschwerter mit dem mathematischen Apparat weiterzuarbeiten. Dadurch werden wir gleichzeitig die Natur der Gegenstände von Kausalaussagen weiter klären können; mit der Absichtserklärung (auf S. 112), daß diese Gegenstände Elemente der Subalgebren $\mathfrak{A}_i$ ($i \in I$) sein sollen, ist ja noch nicht viel geklärt.

4.2 Mögliche Verläufe und mögliche Welten

Die logisch-philosophische Darstellungsweise wäre, wie gesagt, eine andere gewesen; sie hätte in einem zweistufigen Vorgehen bestanden. In dessen erstem Schritt wird eine formale Sprache spezifiziert, die zur Beschreibung des interessierenden Wirklichkeitsausschnitts dienen soll.[2] In aller Regel ist das die Prädikatenlogik erster Stufe, vielleicht angereichert mit einigen Prädikatkonstanten oder Operatoren. Ich will jetzt die benötigte Sprache nicht genau spezifizieren, da dies nur auf eine überflüssige Verdoppelung von Formalien hinausliefe und da es für

[1] Dieser Umstand hat meines Erachtens zu einer ganz überflüssigen Abschottung so mancher philosophischen Diskussion geführt.

[2] Von dieser Sprache kann man berechtigterweise sagen, sie *beschreibe* diesen Wirklichkeitsausschnitt, während man vom mathematischen Apparat vorsichtshalber nur sagen sollte, er *repräsentiere* diesen Wirklichkeitsausschnitt (und auch seine Beschreibung).

die Zwecke der folgenden Diskussion genügt, sich vorzustellen, diese Sprache *sei* die Prädikatenlogik erster Stufe. Es sei lediglich kurz angedeutet, inwiefern die benötigte Sprache von der normalen Prädikatenlogik erster Stufe abweichen müßte:

Erstens müssten wir die benötigte Sprache zweisortig machen; die eine Sorte von Parametern und Variablen wäre dazu da, um über Zeitindizes zu reden, die andere Sorte, um über sonstige Individuen zu reden. Dem wäre eine auf Zeitterme (d.h. Zeitparameter und -variablen) beschränkte, zweistellige Prädikatkonstante beizugeben, welche die Ordnungsrelation für Zeitindizes ausdrückt. Zweitens müßten mit Ausnahme dieser Prädikatkonstante und des Identitätszeichens alle Prädikate der benötigten Sprache genau eine Stelle für einen Zeitterm und mindestens eine Stelle für sonstige Individuenterme haben. Und drittens müßten sich, wieder mit Ausnahme der zwei erwähnten Prädikatkonstanten, die Prädikate gleicher Stellenzahl in sogenannte Prädikatfamilien gruppieren,[1] die folgendem Bedeutungspostulat unterliegen: Wenn $\{P_1,..., P_m\}$ eine Prädikatfamilie n+1-stelliger Prädikate ist ($m \geq 2$, $n \geq 1$), dann ist für alle Zeitparameter t und für alle Individuenparameter $a_1,..., a_n$ in der Satzmenge $\{P_1(a_1,..., a_n, t), ..., P_m((a_1,..., a_n, t)\}$ immer genau ein wahrer Satz. {„zeigt eine 1“, ..., „zeigt eine 6“} wäre z.B. eine sechselementige Familie zweistelliger Prädikate; in zweielementigen Prädikatfamilien ist allerdings das eine Prädikat immer die Negation des andern. Eine solche Satzmenge $\{P_1(a_1,..., a_n, t), \ldots, P_m(a_1,..., a_n, t)\}$ ist dabei gerade das sprachliche Analogon zu den Faktoren unserer mathematischen Konstruktion, und die entsprechende Menge $\{\lambda t P_1(a_1,..., a_n, t)\}$ $\lambda t P_m(a_1,..., a_n, t)\}$ von einstelligen Prädikaten für Zeitterme ist das sprachliche Analogon zu dem, was wir einen Faktorentyp nannten.

Genau in diesen drei Punkten müßte eine zur Beschreibung von Prozeßräumen geeignete Sprache von der normalen Prädikatenlogik erster Stufe abweichen. Ginge es nur um die Beschreibung eines endlichen Prozeßraums, so würden auch nur endlich viele Prädikate, Zeit- und Individuenparameter benötigt; für sehr komplexe Prozeßräume wäre es hingegen nötig, Funktoren und Terme für reelle Zahlen hinzuzunehmen. Aber gehen wir hier nicht weiter ins Detail; für eine ausführliche und sehr präzise Darstellung der benötigten Sprache sei auf Carnap (1971), Abschn. 2 und 3, verwiesen.

Der zweite Schritt des logisch-philosophischen Vorgehens besteht dann darin,

---

[1] Vgl. etwa Carnap (1971), S. 43ff., oder Stegmüller (1973), S. 417ff.

die spezifizierte formale Sprache mittels eines Modells zu interpretieren. Eine extensionale Interpretation wird es dabei nicht tun. Denn in einem späteren Stadium würden wir die formale Sprache um mindestens einen Kausaloperator erweitern wollen, der zweistellig wäre und Sätze bestimmter Form als Argumente hätte – zu lesen etwa als „*p* ist eine Ursache von *q*“; und dieser Kausaloperator wäre bestimmt nicht extensional, d.h. wahrheitsfunktional. Also wählen wir, solange kein Grund für noch größere Extravaganzen vorliegt, ein intensionales Modell. Für die Prädikatenlogik erster Stufe ist dieses ein Tripel $\langle W, (D_w)_{w \in W}, f \rangle$, welches folgende Dinge enthält: eine Menge W von möglichen Welten; für jede mögliche Welt $w \in W$ den Gegenstandsbereich D_w der in w existierenden Objekte; und eine Interpretationsfunktion f, die jedem Individuenparameter a und jeder möglichen Welt w ein Ding $f(a,w)$ aus D_w als das Denotat von a in w, jedem n-stelligen Prädikat P und jeder möglichen Welt w eine Teilmenge $f(P,w)$ von $(D_w)^n$ als die Extension von P in w und in dadurch eindeutig bestimmter Weise nach den üblichen semantischen Regeln jedem Satz p und jeder möglichen Welt w den Wahrheitswert $f(p,w)$ von p in w zuordnet. Die drei oben genannten Abweichungen von der Prädikatenlogik erster Stufe wären entsprechend im interpretierenden Modell zu berücksichtigen, was offenkundig keine Schwierigkeiten bereitet.

Was im vorigen Abschnitt die möglichen Verläufe waren, sind nun also die möglichen Welten. Mit einer Zusatzannahme läßt sich hier sogar eine eineindeutige Entsprechung herstellen: Jedem Faktor i unserer mathematischen Konstruktion entspricht, so hatten wir festgestellt, auf sprachlicher Ebene eine bestimmte Satzmenge – nennen wir sie S_i. Dem Interesse an der Faktorenmenge I entspricht dann das Interesse an der Satzmenge $S_I = \bigcup_{i \in I} S_i$. Wenn wir nun vom interpretierenden Modell verlangen, daß es für jede zulässige Wahrheitswertverteilung ϕ über die Satzmenge S_I *genau eine* mögliche Welt w enthält, so daß für alle $p \in S_I$ $f(p,w) = \phi(p)$ ist, so haben wir eine eineindeutige Entsprechung zwischen den möglichen Verläufen der mathematischen Konstruktion und den möglichen Welten des interpretierenden Modells.

Den Sachverhalten der mathematischen Konstruktion entsprechen dann offenkundig Mengen von möglichen Welten. Umgekehrt muß aber nicht jeder Menge von möglichen Welten ein Sachverhalt entsprechen, einfach weil die Sachverhaltsalgebra $\mathfrak{A}$ nicht jede Menge von Verläufen enthalten muß. Das Verhältnis ist in etwa dieses: Bekanntlich heißen Mengen von möglichen Welten in der philosophischen Terminologie Propositionen. Nennen wir eine Teilmenge V von W eine

ausdrückbare Proposition, wenn es einen Satz *p* der formalen Sprache gibt, so daß *p* (gemäß der Interpretationsfunktion *f*) genau in den Welten aus *V* wahr ist. Dann entspricht jeder ausdrückbaren Proposition ein Sachverhalt aus $\mathfrak{A}$, und $\mathfrak{A}$ ist gerade die von diesen Sachverhalten erzeugte vollständige bzw. σ-Algebra.

Somit können wir etwas grob, aber im Kern zutreffend zusammenfassend sagen, daß unsere mathematische Konstruktion gerade ein interpretierendes Modell einer nicht spezifizierten formalen Sprache liefert. Diese Nicht-Erwähnung der formalen Sprache ist es, die sowohl für die formale Redundanzfreiheit wie für die unklare sprachphilosophische Stellung des mathematischen Vorgehens verantwortlich ist. Letzterer wollen wir uns nun zuwenden und dabei drei terminologisch gewandeten, aber natürlich inhaltlichen Fragen nachgehen: Wieso heißt hier möglicher Verlauf, was die Sprachphilosophen – vermutlich nicht ohne Hintergedanken – mögliche Welt nennen? Wieso rede ich von Sachverhalten, wo die Sprachphilosophen von Propositionen reden? Und auch da, wo die Mathematiker von Ereignissen reden? Klären wir zunächst die erste Frage:

Mögliche Verläufe bezeichne ich nicht als mögliche Welten, weil sie – auch wenn sich das mit dem oben Festgestellten schlecht zu vertragen scheint – einfach keine möglichen Welten sind. Die Widersprüchlichkeit löst sich sofort auf, wenn wir beachten, daß es einen *apokryphen* und einen *rigorosen* Gebrauch von „mögliche Welt“ gibt – und, wohl am häufigsten, einen unentschiedenen Gebrauch, der sich nicht festlegen will oder jedenfalls nicht festlegt.

Im apokryphen Gebrauch sind mögliche Welten durch so etwas wie konsistente Geschichten, maximale konsistente Satzmengen, Zustandsbeschreibungen, Wahrheitswertverteilungen, Interpretationen oder dergleichen repräsentiert. Hier sollen also mögliche Welten sozusagen klein gehalten werden, und nachdem man sich fatalerweise auf das großartige Wort „mögliche Welt“ eingelassen hat, beeilt man sich, beschwichtigend hinzuzusetzen, wir sollten uns unter möglichen Welten besser bloß hypothetische oder alternative Situationen, kontrafaktische Konstruktionen und Ähnliches vorstellen.[1] Charakteristisch für den apokryphen Gebrauch ist meines Erachtens, daß darnach mögliche Welten Dinge sind, die sich in der Beschreibung mit Hilfe eines *festen*, idealerweise wohldefinierten sprachlichen Bestandes *erschöpfen*, wenn auch erst in den detailliertesten Beschreibungen, die

[1] Vgl. dazu Carnap (1956), S. 9, und (1971), Abschnitte 2 und 3, Kripke (1980), S. 15–20, Rescher (1975), S. 2–5, von Kutschera (1976), S. 23, oder Putnam (1983), S. 66–68, um nur einige zu nennen, die sich so ausdrücken und dem apokryphen Gebrauch zuneigen.

mit dem gegebenen festen Sprachbestand überhaupt möglich sind. Daher die Rede von maximalen konsistenten Mengen von Sätzen (einer bestimmten Sprache), von Wahrheitswertverteilungen (über die Sätze einer bestimmten Sprache), etc. Mit der Wohldefiniertheit des angenommenen sprachlichen Bestandes hapert es häufig. Wenn er etwa in der deutschen Sprache bestehen soll, so ist erstens ganz unklar, was alles zum Deutschen gehört: Ist Mathematisch Deutsch? Wie extensiver Gebrauch der Wendung „der *L*-ische Satz *p* ist wahr" – wobei *L*-isch für irgendeine fremde Sprache und *p* für irgendeinen Satz dieser Sprache stehe – darf noch als Deutsch gelten? Und zweitens ist natürlich ganz unklar, was im Deutschen maximal detaillierte oder maximal konsistente Beschreibungen sind. Bei formalen Sprachen ist das besser; hier ist Sprachzugehörigkeit durch die Syntax und Konsistenz durch die Semantik eindeutig geregelt. Doch sind die dem jeweiligen Sprachbestand möglicherweise anhaftenden Vagheiten, auch wenn sie fatal sein können, im Moment zweitrangig. Entscheidend ist, daß hinter den apokryphen möglichen Welten immer irgendein fester, wenn auch vielleicht vager Sprachbestand steht, der sie erschöpft,

Denn gerade das haben die, die rigorosen Gebrauch von möglichen Welten machen, nicht im Sinn. Genau zu sagen, was sie im Sinn haben, fällt ihnen notorisch schwer. Aber der Kerngedanke ist dieser: Auf jeden Fall ist unsere wirkliche Welt eine mögliche Welt, und „andere Welten sind weitere Dinge *dieser* Art, nicht prinzipiell anders, sondern nur darin, was in ihnen vorgeht" (Lewis (1973a), S. 85). Doch was für eine Art Ding ist unsere wirkliche Welt? Versuchen wir nicht wirklich, diese Frage zu beantworten. Erinnern wir uns nur daran, was Wittgenstein schrieb: „Die Welt ist alles, was der Fall ist." Und im übernächsten Satz: „Die Welt ist durch die Tatsachen bestimmt und dadurch, daß es *alle* Tatsachen sind." Unstrittig erscheint so die Feststellung, daß sich unsere wirkliche Welt durch die Menge aller Wahrheiten, die in ihr gelten, *repräsentieren* läßt; ob sie diese Menge *ist*, ist im Moment ganz müßig. Der entscheidende Punkt ist, daß diese Menge aller Wahrheiten eine ganz offene und nicht wohldefinierte (und drum eigentlich gar keine richtige Menge) ist; sie ist *nicht* die Menge aller wahren deutschen Sätze oder aller wahren Sätze irgendeiner anderen Sprache. Diesen Punkt räumen alle bereitwillig ein; niemand würde behaupten, daß sich unsere Welt mit dem Deutschen oder irgendeiner anderen bekannten Sprache erschöpfend beschreiben läßt. Beredtes Beispiel dafür liefert jede neue Farbwortcréation der Kosmetikbranche oder jede neue, sprachlich noch nicht domestizierte Kultur-

form. Vielleicht läßt sich behaupten, daß es keine Wahrheit gibt, die in keiner auch nur möglichen Sprache ausdrückbar ist; aber das ist eine schwer zu begreifende Behauptung, und jedenfalls kennen wir nicht alle möglichen Sprachen. Vielleicht haben wir eines Tages die Universalsprache; doch ist das denkbar zweifelhaft, und jedenfalls haben wir sie derzeit nicht. Unsere wirkliche Welt ist also durch alle sprachlichen Mittel, die wir angeben können, unerschöpft und womöglich sprachlich überhaupt unerschöpflich. Und andere mögliche Welten im rigorosen Wortsinn gleichen darin der wirklichen Welt. Das heißt nicht, daß jede mögliche Welt tatsächlich unerschöpflich ist; die banale mögliche Welt, in der ein einziges Elektronchen einsam seine Bahnen durchs leere All zieht (falls das Sinn macht), könnten wir noch vollständig beschreiben. Aber es heißt, daß mögliche Welten Dinge sein *können* – und es typischerweise auch sind –, die von angebbaren sprachlichen Mitteln unausgeschöpft bleiben. So sagt es Montague: „Zwei mögliche Welten können verschieden sein, selbst wenn sie in jeder Hinsicht, die in einer gegebenen Sprache ausdrückbar ist, ununterscheidbar sind." ((1974), S. 153) Und drum wird Lewis (1973a) im Abschnitt 4.1 nicht müde zu betonen, daß er mögliche Welten in keiner Weise mit sprachlichen Entitäten gleichsetzen mag.

Natürlich schließen sich an die rigorose Auffassung von möglichen Welten allerlei skeptische Fragen an, die alle damit zu tun haben, daß Ontologisches wie Semantisches auf freilich sehr undurchsichtige Weise an Epistemologisches angebunden ist. Die wirkliche Welt ist uns in einem ziemlich vagen Sinn gegeben; wir werden in sie hineingeboren und können nun ausschweifen und mit mehr oder weniger ausgefeilten und akzeptierten Methoden lauter Wahrheiten über sie einsammeln. (Vermutlich ist selbst das nicht richtig; das, was wahr *ist*, hängt am Ende womöglich auf engere Weise, als uns lieb ist, mit dem zusammen, was wir für wahr *halten;*[1] und die Frage, inwieweit wir uns die wirkliche Welt zusammenkonstruieren, ist spätestens seit Kant eine oder die zentrale Frage der Erkenntnistheorie.) Wie aber sind uns andere mögliche Welten gegeben? Wie können wir etwas über sie herausbekommen? Und wenn das, wie mittlerweile die meisten meinen,[2] die falschen Fragen sind, wenn mögliche Welten etwas sind, was wir stipulieren oder konstruieren – wie können wir etwas stipulieren oder konstruieren, was uns unerschöpflich ist? Ich will damit nicht behaupten (auch wenn ich's glaube), daß es auf diese Fragen keine guten Antworten mehr gibt. Doch brauchen wir jetzt

[1] Vgl. etwa Putnam (1978), Part 4, (1980) und (1981), Kap.3.

[2] Vgl. etwa Kripke (1980), S. 15ff. + 43ff., Rescher (1975), S. 89ff., oder Putnam (1983), S. 66ff.

denen, die es mit den möglichen Welten ernst meinen, nicht die Arbeit abzunehmen.

Klären wir vielmehr, wo wir hier mit unseren möglichen Verläufen stehen. Da läßt sich ganz allgemein feststellen: Wo immer man von möglichen Welten eine technische Verwendung im Rahmen einer intensionalen Semantik für irgendeine formale Sprache macht, darf man sich hinsichtlich des Gebrauchs von „mögliche Welt“ unentschieden geben. Denn einerseits benötigt man in der intensionalen Semantik nicht mehr mögliche Welten, als durch die formale Sprache unterscheidbar sind; andererseits schadet es dort auch nichts, wenn man viel mehr und viel größere mögliche Welten hat, als man braucht. Eben deswegen ist der unentschiedene Gebrauch von „mögliche Welt“ auch der häufigste. Wir haben uns allerdings diese Freiheiten nicht mehr gelassen. Denn um die möglichen Welten unseres interpretierenden Modells auf S. 117 in eineindeutige Entsprechung zu den möglichen Verläufen unserer mathematischen Konstruktion zu bringen, hatten wir ja dort die Anzahl der möglichen Welten so beschränkt, daß sie mit Hilfe der zugrundeliegenden Sprache unterscheidbar sind. Und das bedeutet, daß die möglichen Verläufe nur mögliche Welten im erläuterten *apokryphen* Sinn darstellen; sie dann auch nicht mögliche Welten zu nennen, ist daher dringend angebracht.

Denn – diese eher psychologische Bemerkung ist auch noch angebracht: Der ganze Eiertanz um die möglichen Welten (einschließlich des hiesigen) rührt ja gerade daher, daß die, die es mit den möglichen Welten ernst meinen, genau das richtige Wort für das, was sie im Sinn haben, gewählt haben – weil eben jedermann unwillkürlich annimmt, wenigstens die wirkliche Welt müsse eine mögliche Welt sein, und weil eben die wirkliche Welt nur im rigorosen Sinn und nicht im apokryphen Sinn eine mögliche Welt ist. Da nun jeder Autor, der von möglichen Welten redet, beim Leser erst einmal im Verdacht steht, es ernst zu meinen – wie jeder, der überhaupt zu reden anfängt –, fühlt sich der Leser dadurch wider seinen Willen und zu seiner Verwirrung in lauter schwer durchschaubare Fragen (etwa die des vor- und vorvorletzten Absatzes) hineingezogen. Mancher Autor fängt dann an, seine Ernsthaftigkeit zu dementieren, mancher Leser wird darob noch verwirrter, und so weiter. – Man sollte wirklich nur dann von möglichen Welten reden, wenn man partout rigoros sein will.

Zu betonen bleibt dabei dies: Wenn wir in allen späteren Kapiteln von apokryphen möglichen Welten, eben von möglichen Verläufen reden, so beinhaltet

das allein noch keine negative Stellungnahme gegenüber den möglichen Welten im rigorosen Sinn. Vielmehr lassen wir die Frage einfach beiseite, ob sich aus den möglichen Welten wirklich rigoroser Sinn machen läßt und welche philosophische Relevanz ihnen dann möglicherweise zukommt; unsere weiteren Ausführungen sind hinsichtlich dieser Frage nur insofern nicht neutral, als sie zeigen, daß wir im Hinblick auf unsere Thematik ohne solche möglichen Welten auskommen.

4.3 Sachverhalte und Propositionen

Was nun die mit dem Sachverhaltsbegriff verbundenen Fragen betrifft, so befinde ich mich da in einer etwas heiklen Lage zwischen den Fronten. Die Philosophen, die in jüngerer Zeit über die Gegenstände von Ursachenaussagen debattiert haben,[1] teilen sich im wesentlichen in zwei Lager; die einen erblickten in Propositionen die geeigneten Gegenstände von Ursachenaussagen, die anderen in Ereignissen. Demgegenüber möchte ich eine dritte und in gewissem Sinne mittlere Sorte von Entitäten, nämlich Sachverhalte, unterscheiden; denn meiner Meinung nach sind es gerade diese, auf welche sich Ursachenaussagen beziehen. Deswegen muß ich im folgenden nach zwei entgegengesetzten Seiten hin argumentieren. Ich kündige das gleich vorweg so deutlich an, um damit die Verwirrung über meinen Standpunkt bezüglich der Problematik (3) von Kapitel 1 hoffentlich möglichst gering zu halten. Wenden wir uns in diesem Abschnitt zunächst der propositionalen Front zu.

Häufig, und früher häufiger als heute, wurden der Begriff der Proposition und der des Sachverhalts austauschbar verwandt; aber die Meinung, daß sich hier ein äußerst wichtiger Unterschied ziehen läßt, scheint immer mehr Anhänger zu finden, wenngleich nicht immer klaren und nicht völlig einheitlichen Ausdruck. Die Grundidee ist die, daß Sachverhalte so etwas wie die referentiell transparenten oder die *de-re*-Gegenstücke zu Propositionen sind. Ich will dies folgenderweise präziser erläutern:

Propositionen, diese philosophischen Kunstgeschöpfe, sind im modernen Sprachgebrauch[2] so etwas wie die Bedeutungen oder Inhalte von Sätzen – genauer: von deskriptiven, weder elliptischen noch indexikalischen Sätzen oder, wie es

[1] Bei älteren Philosophen habe ich da keine scharfen Standpunkte entdecken können.

[2] Für eine Bedeutungsgeschichte dieses Wortes s. Church (1956).

auch heißt, von zeitlosen Sätzen.[1] Nehmen wir die weit verbreitete philosophische These, die wir jetzt nicht problematisieren wollen, hinzu, daß die Bedeutung eines solchen Satzes in seinen *Wahrheitsbedingungen* besteht,[2] und folgen wir dem rein technischen, philosophisch gehaltlosen Kniff, Wahrheitsbedingungen formal durch Mengen von möglichen Welten (im apokryphen oder im rigorosen Sinn) zu repräsentieren. Dann lassen sich Propositionen als Mengen von möglichen Welten darstellen. Darunter gibt es ausdrückbare und nicht ausdrückbare. Die von einem Satz *p* ausgedrückte Proposition ist eben gerade die Menge aller möglichen Welten, in denen *p* wahr ist. Oder zum Zwecke späterer Gegenüberstellung etwas ausführlicher formuliert:

(4.1) Die von dem Satz ⌜*Fa*⌝ ausgedrückte Proposition ist die Menge aller möglichen Welten *w*, für die gilt: das von *a* in der Welt *w* denotierte Individuum liegt in der Extension von *F* in der Welt *w*.

Sachverhalte will ich hier ebenfalls formal als Mengen von möglichen Welten repräsentieren, und möglicherweise sind die ausdrückbaren Sachverhalte gerade die ausdrückbaren Propositionen. Der intendierte Unterschied tritt erst zutage, wenn wir betrachten, welche Sätze welche Sachverhalte ausdrücken. Dieses Verhältnis sei so definiert:

(4.2) Der von dem Satz ⌜*Fa*⌝ ausgedrückte Sachverhalt ist die Menge aller möglichen Welten *w*, für die gilt: das von *a* tatsächlich (in unserer wirklichen Welt) denotierte Individuum liegt in der Extension von *F* in der Welt *w*.

Danach sind Wendungen der Form „der von dem Satz ⌜*Fa*⌝ ausgedrückte Sachverhalt“ oder, wie wir vielleicht in, genau genommen, unsinniger Verkürzung sagen dürfen, Sachverhalte selbst referentiell transparent; denn wenn die Individuenterme *a* und *b* koreferentiell sind, d.h. tatsächlich dasselbe Individuum bezeichnen, so drücken die Sätze ⌜*Fa*⌝ und ⌜*Fb*⌝ gemäß (4.2) denselben Sachverhalt

---

[1] Vgl. etwa Quine (1960), § 40, oder (1969), S. 139ff. – Zwei solche Sätze drücken also genau dann dieselbe Proposition aus, wenn sie bedeutungsgleich sind; und drum hat man mit dem Propositionsbegriff nicht weniger, aber auch nicht mehr Schwierigkeiten als die mit dem Begriff der Bedeutungsgleichheit.

[2] Vgl. etwa Carnap (1956), §§ 4–6, und Davidson (1967), um nur zwei prominente Quellen zu nennen. Für eine ausführlichere Diskussion s. Platts (1979), Kap. II.

aus. Z.B. drücken also „Brandt stolperte über Guillaume“ und „der erste SPD-Bundeskanzler der BRD stolperte über den erfolgreichsten DDR-Spion“ denselben Sachverhalt aus; und darin scheint mir der durch (4.2) bestimmte Sachverhaltsbegriff mit dem umgangssprachlichen, intuitiven gut übereinzustimmen. Hingegen drücken diese beiden Sätze nicht dieselbe Proposition aus; sie sind nicht bedeutungsgleich. Das liegt eben daran, daß in anderen möglichen Welten Brandt nicht der erste SPD-Bundeskanzler der BRD oder Guillaume nicht der erfolgreichste DDR-Spion zu sein braucht. Wir können die Angelegenheit daher auch so wenden: Die von einem Satz ausgedrückte Proposition hängt davon ab, auf welche Weise sich der Satz auf die Dinge, über die er spricht, bezieht; insofern ist sie *de dicto*. Hingegen kommt es für den von einem Satz ausgedrückten Sachverhalt nur darauf an, über welche Dinge der Satz tatsächlich spricht, und nicht darauf, auf welche Weise er sich auf sie bezieht, er ist *de re*. Sachverhalte stellen mithin *Zuschreibungsbedingungen* dar, Bedingungen, unter denen bestimmten Objekten bestimmte Eigenschaften oder Beziehungen zuzuschreiben sind.

Natürlich lassen sich die Regelungen (4.1) und (4.2) auf beliebige, logisch komplexe Sätze ausdehnen: Wenn die Sätze p_1 und p_2 die Propositionen bzw. Sachverhalte V_1 und V_2 ausdrücken, so drückt der Satz $\ulcorner p_1$ und $p_2 \urcorner$ die Proposition bzw. den Sachverhalt $V_1 \cap V_2$ aus; und Entsprechendes gilt für die anderen aussagenlogischen Verknüpfungen. Von der Aussagenlogik her ergeben sich also keine neuen Differenzen zwischen Propositionen und Sachverhalten. Bei den Quantoren ist das anders; hier gilt einerseits:

(4.3) Die von dem Satz $\ulcorner \bigvee xFx \urcorner$ ausgedrückte Proposition ist die Menge aller möglichen Welten *w*, für die gilt: es gibt in der Welt *w* ein Individuum, das in der Extension von *F* in der Welt *w* liegt.

Und andererseits:

(4.4) Der von dem Satz $\ulcorner \bigvee xFx \urcorner$ ausgedrückte Sachverhalt ist die Menge aller möglichen Welten *w*, für die gilt: es gibt tatsächlich (in unserer wirklichen Welt) ein Individuum, das in der Extension von *F* in der Welt *w* liegt.

Entsprechende Formulierungen gelten für den Allquantor.

Diese Unterscheidung zwischen Propositionen und Sachhalten hängt natürlich

engstens mit der aktuellen Diskussion über de-dicto- und de-re-Modalitäten zusammen.[1] So ist, was de dicto notwendig ist, immer eine Proposition und, was de re notwendig ist, immer ein Sachverhalt – weil eben das formale Charakteristikum von de-re-Notwendigkeitsaussagen gerade darin besteht, daß sie wie unsere Sachverhalte referentiell transparent sind. Ebenso wird einem Subjekt bei der Zuschreibung einer de-dicto-Überzeugung eine epistemische Beziehung zu einer Proposition und bei der Zuschreibung einer de-re-Überzeugung eine epistemische Beziehung zu einem Sachverhalt unterstellt – wiederum weil als formales Merkmal dieser Unterscheidung gilt, daß der singuläre Term *a* in Sätzen der Form ⌜*X* glaubt de dicto, daß *a* ein *F* ist⌝ referentiell opak und in Sätzen der Form ⌜*X* glaubt de re von *a*, daß es ein *F* ist⌝ referentiell transparent vorkommt. Geklärt ist mit dieser Beobachtung gar nicht viel, denn die Diskussion dreht sich ja – soweit sie die de-dicto-Modalitäten nicht problematisiert – dauernd darum, worin denn die Notwendigkeit eines Sachverhalts und eine epistemische Beziehung zu einem Sachverhalt bestehen sollen. Unser Problem ist das freilich – glücklicherweise – nicht[2], diese Beobachtung ist für uns nur vergleichshalber von Interesse, insofern als sie bedeutet, daß sowohl Propositionen wie auch Sachverhalte als Gegenstände von Notwendigkeits- und Glaubensaussagen ernst genommen werden. Unser Problem ist vielmehr, wie es sich in dieser Hinsicht mit Ursachenaussagen ver-

---

[1] Deshalb ist sie im Umkreis dieser Diskussion, leicht variiert vielleicht, immer wieder aufgetaucht. Die Unterscheidung von Donnellan (1966) zwischen attributivem und referentiellem Gebrauch von Kennzeichnungen ist insofern verwandt, als man sagen könnte, daß man die von einem Satz ausgedrückte Proposition oder den von ihm ausgedrückten Sachverhalt betrachtet, je nachdem, ob man die in ihm vorkommenden Kennzeichnungen als attributiv oder als referentiell gebraucht auffaßt. Dummett (1973), S. 126, macht mit den Begriffen „content of a statement“ (= Sachverhalt) und „Fregean thought expressed by a statement“ (= Proposition) dieselbe Unterscheidung, und auch Evans (1979), Abschn. III, scheint mit den Begriffen „content“ und „proposition“ eine solche Unterscheidung im Sinn zu haben; beide führen sie ein, um damit den angeblich kontingenten Aussagen a priori von Kripke (1972) zu Rande zu kommen.

Noch klarer ist, daß das, was Kaplan (1978) eine „singular proposition“ nennt, gerade ein Sachverhalt in meinem Sinne ist. (Den de-re-Charakter von Sachverhalten macht Kaplan ganz deutlich, indem er den etwa von ⌜*Fa*⌝ ausgedrückten Sachverhalt durch das geordnete Paar, bestehend aus dem von *a* denotierten Individuum selbst und der von *F* ausgedrückten Eigenschaft, repräsentiert. Solche Paare entsprechend (4.2) wieder als Mengen von möglichen Welten darzustellen, macht jedoch Sachverhalte und Propositionen vergleichbarer.)

Schließlich scheint mir ein Kerngedanke der von Barwise und Perry mit ihrer Situationssemantik geplanten Umwälzung der formalen Semantik gerade darin zu bestehen, daß sie die von Sätzen oder Äußerungen ausgedrückten oder bezeichneten Sachverhalte ins Zentrum stellen, während sonst in der formalen Semantik immer nur die Wahrheitswerte von Sätzen und die von ihnen ausgedrückten Propositionen von Interesse waren. Vgl. dazu etwa Barwise, Perry (1981a,b).

[2] Klassische Referenzen für dieses Thema sind Quine (1953, 1955), Hintikka (1962), Abschn. 6.3–6.10, und Kaplan (1969). Siehe auch Sosa (1970), Burge (1977) und die Beiträge in French et al. (1979a) und Woodfield (1982) – um nur einige Titel aus der überbordenden Literatur zu nennen.

hält.

Da müssen wir uns zunächst mit einem Argument auseinandersetzen, welches Sachverhalte als Gegenstände von Ursachenaussagen angeblich von vorneherein diskreditiert. Stellen wir uns dazu die Frage, ob logisch äquivalente Sätze denselben Sachverhalt ausdrücken. (Daß logisch äquivalente Sätze dieselbe Proposition ausdrücken müssen, ist klar, wo Propositionen Wahrheitsbedingungen darstellen.) Die Frage scheint ein Ja zu verlangen, doch das schafft Probleme – wie die folgende, berüchtigte Argumentation zeigt, in der p und q für zwei beliebige Sätze mit de facto gleichem Wahrheitswert stehen mögen:

(4.5) der von p ausgedrückte Sachverhalt
= der von $\ulcorner\{x \mid x = x \text{ und } p\} = \{x \mid x = x\}\urcorner$ ausgedrückte Sachverhalt
= der von $\ulcorner\{x \mid x = x \text{ und } q\} = \{x \mid x = x\}\urcorner$ ausgedrückte Sachverhalt
= der von q ausgedrückte Sachverhalt.

Wenn logisch äquivalente Sätze denselben Sachverhalt ausdrücken, so ist die Gleichungskette korrekt. Denn von der ersten in die zweite bzw. von der vierten in die dritte Zeile gelangen wir dadurch, daß wir p bzw. q durch etwas logisch Äquivalentes ersetzen; und von der zweiten Zeile kommen wir in die dritte, indem wir $\ulcorner\{x \mid x = x \text{ und } p\}\urcorner$ durch die koreferentielle Individuenbezeichnung $\ulcorner\{x \mid x = x \text{ und } q\}\urcorner$ ersetzen – beide bezeichnen die Allklasse oder die leere Klasse, je nachdem, ob p und q beide wahr oder beide falsch sind –, und gemäß (4.2) ändert sich der ausgedrückte Sachverhalt durch eine solche Ersetzung nicht. Die Konsequenz von (4.5) ist gleichwohl absurd; denn danach drückten Sätze mit gleichem Wahrheitswert denselben Sachverhalt aus, d.h. es gäbe nur noch zwei Sachverhalte, den Wahren und den Falschen – und die taugen fürwahr nicht als Kausalgegenstände. Anders ausgedrückt ist mit (4.5) bewiesen, daß ein Kontext, der referentiell transparent und in dem Sinne intensional ist, daß man in ihm logisch äquivalente Teilausdrücke salva veritate füreinander ersetzen kann, wahrheitsfunktional sein muß.

Diese Schlußkette hat es – nicht nur – in der philosophischen Kausalitätsdiskussion zu Prominenz gebracht.[1] Føllesdal (1965) bringt damit die Kausallogik von Burks (1951) in Verlegenheit. Für Davidson, der wie selbstverständlich so-

[1] Wegen seiner Einfachheit und Wirksamkeit haben Barwise, Petry (198lb) dieses Argument „the slingshot“ – die Schleuder – getauft. Erstmals explizit formuliert hat es Church (1943); nahegelegt ist es allerdings schon von Frege (1892). Zu seinen Verwendungsweisen s. Barwise, Perry (1981b) und Føllesdal (1983).

wohl von der referentiellen Transparenz wie von der Intensionalität von Kausalaussagen ausgeht, ist es ein mehrfach, z.B. in (1967a,b) ausgeführter, wesentlicher Grund dafür, etwas ganz anderes, nämlich Ereignisse, für die geeigneten Gegenstände von Kausalaussagen zu halten. Und Mackie (1974) plagt sich damit auf den Seiten 250–254ff.

Für uns ist gleichwohl klar, was von der Gleichungskette (4.5) zu halten ist; sie ist einfach ein schönes Beispiel dafür, daß logisch äquivalente Sätze nicht immer denselben Sachverhalt ausdrücken. Denn gemäß (4.2)[1] besteht der von $\ulcorner\{x \mid x = x$ und $p\} = \{x \mid x = x\}\urcorner$ ausgedrückte Sachverhalt entweder aus allen möglichen Welten, falls p wahr ist – die Allklasse ist in allen möglichen Welten mit der Allklasse identisch –, oder aus gar keiner möglichen Welt, falls p falsch ist. Der Übergang von der ersten zur zweiten Zeile (wie der von der dritten zur vierten) ist also im allgemeinen falsch. Das war eigentlich auch zu erwarten: Zwar können Identitätssätze wie z.B. der in der zweiten Zeile von (4.5) de dicto kontingente Propositionen ausdrücken, aber de re nur notwendige oder unmögliche Sachverhalte; mit sich selbst identisch zu sein, ist eine notwendige Eigenschaft jedes Gegenstandes, mit andern identisch zu sein, eine unmögliche.[2]

Entgegen verbreitetem Anschein hat sich unsere Problemsituation durch (4.5) also nicht geändert. Es steht uns nach wie vor offen, Mengen möglicher Verläufe, d.h. die Elemente der Algebra $\mathfrak{A}$ eines Prozeßraumes, als (soweit ausdrückbar, von Sätzen ausgedrückte) Propositionen aufzufassen; nur müssen wir dann akzeptieren, daß Ursachenaussagen intensional *und* referentiell opak sind. Ebenso können wir Mengen möglicher Verläufe als Sachverhalte auffassen; Ursachenaussagen wären dann referentiell transparent, aber nicht (uneingeschränkt) intensional. Und nach wie vor steht die Frage im Raum, welche Alternative vorzuziehen ist.

An nicht weiter reflektierten Einstellungen zu dieser Frage scheinen mir zwei vorzuherrschen. Die erste empfindet diese Frage als überflüssige philosophische Spitzfindigkeit, und sie wird vornehmlich von jenen Mathematikern und Wissenschaftlern dokumentiert, die mit dem mathematischen Apparat aus Abschnitt 4.1 arbeiten. Denn sie scheinen dabei dieser Frage keine Aufmerksamkeit zu schenken; ich kenne jedenfalls dort niemanden, der sich der festgestellten Zweideutig-

---

[1] Bzw. seiner Ausdehnung auf mehrstellige Prädikate.

[2] Damit entgehen wir „der Schleuder“ auf dieselbe Weise, wie es Barwise, Perry (1981b) getan haben.

keit des mathematischen Apparates bewußt zeigt. Zweitens neigt das intuitive Urteil, wenn es doch zu einer Entscheidung gezwungen wird, stark dazu, Kausalaussagen als referentiell transparent zu betrachten; in diese Richtung weisen jedenfalls meine introspektiven und (wissenschaftlich nicht abgesicherten) demoskopischen Erfahrungen. Für beide Einstellungen gibt es gute Gründe:

Die gleichgültige Einstellung findet ihre Begründung darin, daß bei bestimmten Annahmen über die zugrundeliegende Sprache und das sie interpretierende Modell $\langle W, (D_W)_{w \in W}, f \rangle$ die Unterschiede zwischen Propositionen und Sachverhalten völlig verschwinden. Machen wir die Annahme:

(4.6) Alle möglichen Welten haben denselben Gegenstandsbereich D; d.h. für alle $w \in W$ ist $D_w = D$.

Unter dieser Annahme besteht offenkundig keine Differenz mehr zwischen (4.3) und (4.4). Und machen wir ferner die Annahme:

(4.7) Jeder Individuenterm ist ein starrer Designator, d.h. er bezeichnet gemäß f in jeder möglichen Welt w dasselbe Individuum.[1]

Dann verschwindet auch der Unterschied zwischen (4.1) und (4.2). Unter diesen Annahmen ist also immer der von einem Satz ausgedrückte Sachverhalt mit der von ihm ausgedrückten Proposition identisch. Sind diese Annahmen restriktiv? Nicht sonderlich:

Mit (4.6) verbauen wir uns die Möglichkeit zu sagen, unter welchen Umständen ein Individuum nicht existiert hätte und was dann alles passiert wäre. Wir können dann also nicht von den Ursachen und Wirkungen des Faktums der bloßen Existenz eines Individuums reden. Kausalaussagen, in denen es um die bloße Existenz eines Individuums geht, zu analysieren, ist sicherlich nötig und interessant, aber doch ein Spezialproblem, welches erst einmal *nicht* zu behandeln bestimmt kein schwerwiegendes Versäumnis ist.

Die Annahme (4.7) ist ebenfalls harmlos, wenn wir der von Kripke (1972) sehr plausibel gemachten These folgen, daß Eigennamen starre Designatoren sind.

---

[1] Das „d.h." ist nur unter (4.6) berechtigt. Genaugenommen heißt ein Designator starr, wenn er in jeder Welt, in der er überhaupt etwas bezeichnet, dasselbe Individuum bezeichnet, und strikt starr (strongly rigid), wenn er außerdem in jeder Welt, also notwendig etwas bezeichnet. Vgl. Kripke (1972), S. 269f. Unter (4.6) ist jedoch Starrheit immer strikt.

Kennzeichnungen sind dann die einzigen Individuenterme, die in verschiedenen Welten verschiedene Gegenstände bezeichnen können; und der Annahme (4.7) ließe sich einfach dadurch Genüge tun, daß man der zugrundeliegenden Sprache die sprachlichen Mittel zur Bildung von Kennzeichnungen verweigert. Ich glaube nicht, daß darin ein schwerwiegender Verlust für konkrete Anwendungen liegen muß.

Wer will, kann also ohne größere Beeinträchtigung seinem Hantieren mit dem mathematischen Apparat von Abschnitt 4.1 die Annahmen (4.6) und (4.7) unterlegen, um so allen Zweideutigkeiten, falls sie je relevant würden, aus dem Wege zu gehen. Dies scheint mir auch die stillschweigende Strategie all derer zu sein, die konkret mit diesem mathematischen Apparat arbeiten. Aber es wäre, wohlgemerkt, eine Strategie zur Vermeidung und nicht zur Lösung unseres gegenwärtigen Problems, welches auf diese Weise immerhin an Dringlichkeit verlöre.

Verzichten wir nun aber der Diskussion halber auf die Annahmen (4.6) und (4.7). Der gleichgültigen Einstellung zu unserer Frage ist damit die Grundlage entzogen, und die andere vorherrschende Einstellung, nämlich Kausalaussagen als referentiell transparent zu betrachten, kommt zum Tragen. Ich hatte auch für sie gute Gründe angekündigt, und die, wie mir scheint, natürlichste Begründung findet sie in dem folgenden, wahrlich einleuchtenden Gedanken: „Als ob nicht die Ursachen gänzlich unabhängig vom Geiste wirkten und in ihrer Betätigung fortfahren würden, auch wenn ein Geist, der sie betrachtet oder über sie nachdenkt, gar nicht existierte. Das Denken kann in seiner Tätigkeit wohl von den Ursachen abhängen, aber nicht die Ursachen vom Denken.“[1] Es sind also die Dinge selbst, die in von unserem Denken unabhängige Kausalbeziehungen verwickelt sind, und drum kann es keinen Unterschied für die Wahrheit von Kausalaussagen machen, wie wir die Dinge in unseren Aussagen benennen oder kennzeichnen.[2]

Diese Grundidee ist bestrickend, und vermutlich läßt sie sich in einer Weise präzisieren, die sie wahr macht. Trotzdem mag ich mich im Moment lieber nicht auf sie stützen. Denn ihren ziemlich dunklen Gehalt geeignet zu präzisieren, ist ein äußerst kniffliges Geschäft, insonderheit, was den Begriff „unabhängig von

---

[1] So Hume (1739), 1. Buch, 3. Teil, 14. Abschnitt, S. 227. Hume beschreibt in dem Zitat einen möglichen, naheliegenden Einwand gegen seine Auffassung von der Notwendigkeit kausaler Verknüpfungen. Auf S. 228 pflichtet er dem Inhalt des Einwandes bei, er bestreitet aber, daß darin wirklich ein Einwand gegen seine Auffassung liegt.

[2] Diesen Gedanken führen z.B. Rosenberg, Martin (1979) aus.

unserem Denken“ betrifft;[1] erschwerend käme für mich dazu, daß ich – darin etwa Hume folgend – Kausalbeziehungen in einem gewissen Sinne für nicht von unserem Denken unabhängig halte.[2] Außerdem ist die Stoßrichtung dieser Grundidee üblicherweise eine andere; sie soll zeigen, daß Ereignisse in der Welt die Gegenstände von Kausalbeziehungen sind und nicht Satzartiges wie Propositionen oder Sachverhalte.[3] Und auf diese Richtung mag ich mich, wie angekündigt, überhaupt nicht einlassen. Drum stütze ich mich lieber auf die folgende, enger zugeschnittene Argumentation, die mir schneller ans gewünschte Ziel zu führen scheint:

Betrachten wir als Beispiel die Kausalaussage „daß Reagan jenes Papier (bekannten Inhalts) unterzeichnete, entfachte am nächsten Tage einen Sturm der Entrüstung im amerikanischen Blätterwald“, und fragen wir uns, ob sich darin „Reagan“ durch die Kennzeichnungen „der amtierende Präsident der Vereinigten Staaten“ oder „der ehedem distinguierteste B-Movie-Hollywood-Schauspieler“ salva veritate ersetzen läßt. Für eine nicht bloß gefühlsmäßige Beantwortung dieser Frage müssen wir uns überlegen, welchen Unterschied es machen könnte, ob man den Sachverhalt oder die Proposition betrachtet, den bzw. die die Ursachenbeschreibung „Reagan bzw. der so und so Gekennzeichnete hat jenes Papier unterzeichnet“ ausdrückt.

Dieser Unterschied wird durch die folgende Gedankenkette sichtbar: Unterstellen wir einmal die ungefähre Richtigkeit des kontrafaktischen Ansatzes.[4] Dann ist die Beispielskausalaussage gleichbedeutend mit der kontrafaktischen Aussage „wenn Reagan jenes Papier nicht unterzeichnet hätte, hätte es am nächsten Tag keinen Sturm der Entrüstung im amerikanischen Blätterwald gegeben“. Akzeptieren wir ferner die übliche Kautschuk-Erklärung kontrafaktischer Aussagen, nach der „wenn *A* der Fall gewesen wäre, wäre auch *B* der Fall gewesen“ soviel heißt wie „wenn man aus der Menge der möglichen Welten, in denen *A* gilt, all die auswählt, die von der wirklichen Welt am geringfügigsten abweichen, so hat man lauter mögliche Welten, in denen *B* gilt“ oder – abgekürzt – „die wirk-

---

[1] Rosenberg, Martin (1979) winden sich auf clevere Weise um solche Präzisierungen herum.

[2] Dies wird in den Kapiteln 5 und 6 deutlich werden.

[3] Vgl. etwa Rosenberg, Martin (1979). Zum gesamten Thema vgl. auch die ausführliche, m. E. aber letztlich ziemlich unklare Diskussion von Mackie (1974), Kap. 10.

[4] Was immer an ihm nicht ganz richtig ist, wirkt sich, soweit ich sehen kann, nicht auf die vorgelegte Argumentation aus.

lichkeitsnächsten aus der Menge der *A*-Welten sind alle *B*-Welten".[1] Der springende Punkt ist nun, daß wir jene Menge der *A*-Welten entweder mit der von *A* ausgedrückten Proposition oder mit dem von *A* ausgedrückten Sachverhalt identifizieren können. Wenn Proposition und Sachverhalt verschieden sind, so können auch die jeweils wirklichkeitsnächsten möglichen Welten daraus verschieden sein, und auf diese Weise können sich mit den verschiedenen Identifikationen verschiedene Wahrheitsbedingungen für eine kontrafaktische Aussage ergeben.

Kehren wir, so gerüstet, zu Reagan und seinen Kennzeichnungen zurück, und bezeichnen wir die drei Aussagen „Reagan hat jenes Papier nicht unterzeichnet" bzw. „der amtierende Präsident hat jenes Papier nicht unterzeichnet" bzw. „der ehedem distinguierteste B-Movie-Hollywood-Schauspieler hat jenes Papier nicht unterzeichnet" kurz mit A_1 bzw. A_2 bzw. A_3. Identifiziert man nun die Menge der A_k-Welten mit dem von A_k ausgedrückten Sachverhalt (k = 1, 2, 3), so hat man dreimal denselben Sachverhalt und daher dieselben Wahrheitsbedingungen für die Sätze „wenn A_k der Fall gewesen wäre, dann ...". In diesem Fall lassen sich also die fraglichen Kennzeichnungen salva veritate substituieren, wie nicht anders zu erwarten war. Identifizieren wir nun stattdessen die Menge der A_k-Welten mit der von A_k ausgedrückten Proposition. Wir haben dann drei verschiedene Propositionen. Jedoch, die wirklichkeitsnächsten Welten aus diesen drei Propositionen sind, in unserem Beispiel, jeweils dieselben – einfach weil die möglichen Welten, in denen Reagan nicht jener Präsident bzw. jener Schauspieler ist, in einem zur Erfüllung des jeweiligen A_k überflüssig groben Maße von der wirklichen abweichen – mit anderen Worten, weil, wenn jener Präsident bzw. Schauspieler nicht unterzeichnet hätte, immer noch Reagan jener Präsident bzw. Schauspieler gewesen wäre. Dies bedeutet aber nichts anderes, als daß auch bei dieser zweiten Identifikation die fraglichen Kennzeichnungen salva veritate substituierbar sind.

Bezüglich unserer Hauptfrage – Sachverhalte versus Propositionen – leistet dieses Beispiel also noch keine Diskrimination. Aber es lehrt uns zweierlei: Erstens zeigt es, daß selbst dann, wenn man Propositionen als Gegenstände von Kausalaussagen nähme, Individuenterme in Kausalaussagen in gewissem Umfange

[1] Die Rede vom geringfügigsten Abweichen ist natürlich schrecklich unklar. Aber das braucht uns im Moment nicht zu stören; es genügt völlig, wenn jeder sie so versteht, daß gerade die kontrafaktischen Aussagen wahr werden, die er für wahr hält. Der Witz meines Rekurses auf diese Kautschuk-Erläuterung liegt anderswo.

salva veritate ersetzbar sind.[1] Und zweitens sagt es uns, wie ein Beispiel beschaffen sein müßte, um die gewünschte Diskrimination zu leisten. Das Beispiel müßte eines sein, in dem die kontrafaktische Annahme, daß die Ursache nicht eintritt, impliziert (oder zumindest offen macht), daß eine in der Ursachenbeschreibung verwandte Kennzeichnung nicht mehr auf das durch sie de facto gekennzeichnete Individuum zutrifft. Hier ist ein solches Beispiel:

Sir Hillary hatte ein schlimmes Kindheitserlebnis; er war bei ersten Kletterübungen abgestürzt und aber glücklicherweise in einen weichen Heuhaufen gefallen. Es gilt also die kontrafaktische Aussage „wenn Sir Hillary zu jenem Zeitpunkt nicht in einen weichen Heuhaufen gefallen wäre, so wäre er schon in jungen Jahren zu Tode gekommen“ und auch die entsprechende Kausalaussage. Gilt dann auch die Aussage „wenn der Erstbesteiger des Mount Everest nicht in einen weichen Heuhaufen gefallen wäre, so wäre er schon in jungen Jahren zu Tode gekommen“? Gehen wir an diese Frage wie im obigen Reagan-Beispiel heran. Dazu seien die Antecedentia der beiden kontrafaktischen Aussagen mit A_4 und A_5 abgekürzt. Es gilt dann, die Menge der A_4- bzw. der A_5-Welten zu betrachten. Fassen wir diese als den von A_4 bzw. A_5 ausgedrückten Sachverhalt auf, so erhalten die beiden kontrafaktischen Aussagen natürlich die gleichen Wahrheitsbedingungen. Betrachten wir nun jedoch die von A_4 und A_5 ausgedrückten Propositionen. A_5 macht dann Schwierigkeiten. Denn wir müssen nun die Menge der Welten *w* betrachten, in denen die Person, die *in w* als erste den Mount Everest besteigt, nicht in einen Heuhaufen fällt; und aus dieser Menge müssen wir die wirklichkeitsnächsten Welten betrachten. Welche könnten das sein? Keine, in denen Sir Hillary nicht in einen Heuhaufen fällt; denn der hätte dann den Mount Everest nicht mehr bestiegen. Aber auch keine, in denen jemand anders nicht in einen Heuhaufen fällt; denn in ihnen ist Sir Hillary nicht verhindert, als erster auf den Mount Everest zu steigen. Man mag dies noch einige Male hin und her wenden; das Ergebnis ist immer, daß die kontrafaktische Annahme, eine der wirklichkeitsnächsten Welten aus der von A_5 ausgedrückten *Proposition* sei die wirkliche, keinen rechten Sinn macht. Die kontrafaktische Annahme A_5 macht nur Sinn, wenn man sie so versteht, daß es in ihr um Sir Hillary geht, auch wenn er darin in einer unter dieser Annahme nicht mehr zutreffenden Weise gekennzeichnet ist. Dies heißt

[1] Man könnte versuchen, diesen Umfang formal präzise zu beschreiben, und würde dann auf etwas hinauskommen, was mit Føllesdal (1965) gut vergleichbar wäre. Denn Føllesdal arbeitet dort präzise Substitutionsbedingungen heraus, allerdings im Rahmen der dem kontrafaktischen Ansatz nicht gerecht werdenden und letztlich unhaltbaren Kausallogik von Burks (1951).

aber, daß es in diesem Beispiel um den von der kontrafaktischen Annahme ausgedrückten Sachverhalt geht und nicht um die von ihr ausgedrückte Proposition; und diese Schlußfolgerung dürfen wir wohl auf alle solche Beispiele ausdehnen, für die es überhaupt einen Unterschied macht, ob man die jeweiligen Propositionen oder Sachverhalte betrachtet.

So stützt diese Argumentation, daß es in der Tat der von der Ursachenbeschreibung ausgedrückte Sachverhalt ist, um den es in einer Kausalaussage geht. Für die Beschreibung der Wirkung wäre das, genau genommen, gesondert zu begründen. Diesen Punkt will ich aber mit der Bemerkung kurzschließen, daß es seltsam wäre, Kausalaussagen nur im Hinblick auf die Ursache, aber nicht im Hinblick auf die Wirkung als referentiell transparent anzusehen.[1]

Auch ist festzuhalten, daß so weit nicht definitiv ausgeschlossen ist, daß es pathologische Beispiele gibt, die sich der obigen Argumentation entziehen; diese ist noch nicht niet- und nagelfest, auch wenn sie sich nicht allein auf unsere Intuitionen in den diskutierten Beispielen beruft, sondern schon so etwas wie ein systematisches Argument liefert. Dieses Argument nun zu zementieren, ist freilich weniger wichtig als noch kurz zu erläutern, inwiefern der Gedanke, Kausalaussagen seien referentiell opak, doch nur den Anschein von Plausibilität hat.

Dieser Gedanke beruht auf zweierlei: Erstens liegt ihm eine falsche Alternative zugrunde, die durch das auf S. 126ff. entkräftete Argument (4.5) aufgebaut wurde. Denn danach sah es so aus, als müsse man als Gegenstände der Kausalrelation entweder referentiell opake Propositionen oder referentiell transparente Ereignisse nehmen; und wem letzteres nicht paßte, dem schien nur noch ersteres übrigzubleiben.[2] Doch der Kernpunkt dieses Abschnitts ist ja gerade, auszuführen, daß diese Alternative eine falsche ist.

Der zweite und wichtigere, weil intuitivere Grund für die Meinung, Kausalaussagen seien opak, liegt in solchen Beispielen wie unserem mit Reagan: Jenes Papier (bekannten Inhalts) ist ärgerlich, gewiß. Aber wieso regt sich die gesamte Presse auf, wenn ein ehemaliger Schauspieler es unterzeichnet? Und für jemanden, der nicht weiß, welch gewichtiges Amt Reagan bekleidet, ist die Entrüstung über die Unterschrift eines Herrn namens Reagan ebenfalls unverständlich. Erst

---

[1] Von diesem Kurzschluß hält mich auch Vendler (1967) nicht ab, der eine umgangssprachliche Asymmetrie in der Bezeichnung von Ursachen und Wirkungen feststellt.

[2] So Anscombe (1969) auf S. 154 wörtlich: “I am inclined to accept the argument and not look for a way out. Its conclusion”, nämlich daß die Kausalrelation, wenn sie nicht wahrheitsfunktional ist, auch nicht transparent sein kann, “was not a surprise to me in respect of causal statements ...”

die Tatsache, daß Reagan *als* amtierender Präsident jenes Papier unterschreibt, erklärt die Aufregung. Also, so neigt man weiter zu schließen, ist Reagan nur unter der Kennzeichnung „der amtierende Präsident der Vereinigten Staaten“ für die Entrüstung der Presse ursächlich.

Doch dieser letzte Folgerungsschritt ist von vielen in übereinstimmender Weise kritisiert worden.[1] Er macht sich einer Verwechslung von epistemischer und realistischer Ebene schuldig. Daß *A* für jemanden eine Erklärung von *B* liefert, ist nicht dasselbe wie, daß *A* eine Ursache von *B* ist, sondern nur das epistemische Gegenstück davon. Drum ist allgemein ohne Bedenken akzeptiert, daß die Relation des Erklärens referentiell opak ist; für jemanden, der die einschlägigen Identitäten nicht kennt, aber auch nur für so jemanden, ist die Entrüstung der Presse nur durch Berufung auf den amtierenden Präsidenten erklärlich.[2] Aber das überträgt sich nicht auf die Ursachenrelation. Um eine Parallele zu wählen: Jedermann wird zugeben, daß ⌜es ist wahr, daß *Fa*⌝ bezüglich *a* referentiell transparent ist (sofern ⌜*Fa*⌝ transparent ist), und jedermann wird es als absurd empfinden, deswegen anzunehmen, daß ⌜jemand hält für wahr, daß *Fa*⌝ transparent sei. Ebenso kann man zugeben, daß ⌜daß *Fa*, ist eine Ursache von ...⌝ bezüglich *a* transparent ist, ohne daß man darum meinen müßte, ⌜daß *Fa*, hält jemand für eine Ursache von ...⌝ sei transparent. Wir dürfen also resümieren, daß die Gründe, die dafür sprechen, daß Kausalaussagen referentiell opak sind, keine guten sind und daß die Gründe dafür, Kausalaussagen als referentiell transparent zu betrachten, weit überwiegen.

4.4 Sachverhalte und Ereignisse

Damit können wir uns der anderen Front der hier geführten Auseinandersetzung zuwenden. Wenn Kausalaussagen als referentiell transparent aufzufassen sind, wieso soll man dann trotzdem noch Satzartiges wie Sachverhalte und nicht gleich Ereignisse als Gegenstände der Kausalrelation nehmen? Bevor wir diese Frage behandeln können, müssen wir uns klarmachen, was denn Ereignisse genau

---

[1] Vgl. etwa Davidson (1967b), S. 702f., Mackie (1974), S. 265ff., und als noch klarere Belege Rosenberg, Martin (1979) und Lombard (1979), wo überall zwischen „cause“, „producing cause“ etc. einerseits und „explains“, „causally explains“, „explanatory cause“ etc. andererseits unterschieden wird.

[2] Solange er nicht annimmt, die Presse sei an ehemaligen Schauspielern mehr interessiert als an amtierenden Präsidenten.

sein sollen.

Als erstes gibt es da eine fatale Konfusion auszuräumen, die darin liegt, daß es einen mathematischen und einen philosophischen Gebrauch von „Ereignis“ gibt. Im mathematischen Gebrauch sind Ereignisse Dinge, für die Wahrscheinlichkeiten erklärt sind, d.h. die Elemente einer Mengen-σ-Algebra, auf der ein Wahrscheinlichkeitsmaß definiert ist. Das Wort „Ereignis“ wird dort nur verwandt, um eben einen Namen für Dinge zu haben, von denen angenommen wird, sie ließen sich durch die Elemente einer σ-Algebra repräsentieren. Was die so repräsentierten und so benannten Dinge genau sein sollen, sagt der Mathematiker nicht mehr. Das herauszubekommen, ist ja z.B. gerade das Ziel dieses Kapitels. Ereignisse im mathematischen Sinn mit Ereignissen im philosophischen Sinn zu identifizieren, ist daher voreilig und, wie wir uns anschicken zu begründen, sogar falsch; und das macht diese Äquivokation so fatal.[1]

Uns interessieren also im weiteren nur Ereignisse im philosophischen Sinne. Was sind diese? Beispiele dafür sind die erste bemannte Mondlandung, der Wiener Kongress im Jahre 1815, die Geburt und der Tod eines Menschen, das Gewitter gestern über München, etc. Bevorzugtes sprachliches Mittel zur Benennung von Ereignissen ist die Nominalisierung von Verben. Solche Nominalisierungen sind im Deutschen häufig nicht möglich; aber im Englischen scheinen sie sich mit Hilfe der Gerund-Konstruktion praktisch unbeschränkt bilden zu lassen.[2]

Diese Beispiele und Beobachtungen sagen uns aber nicht, was für eine Sorte Gegenstand Ereignisse sein sollen. Klarer wird das, wenn wir an unsere Charakterisierung möglicher Welten im rigorosen Sinne (S. 118ff.) zurückdenken. Denn mit diesen haben Ereignisse das Merkmal gemein, typischerweise unerschöpflich zu sein. An jenem Gewitter gestern über München gibt es unendlich viel zu beschreiben: wann es aufzog und sich wieder verzog, wie oft es blitzte, welcher Regentropfen auf welcher Bahn niederging, daß es einen Baum entwurzelte und 57

---

[1] Martin und Suppes manifestieren auf schöne Weise diese Konfusion. Martin (1981) kritisiert Suppes (1970) wegen seines angeblich unbedachten Hantierens mit Ereignissen, fest von der stillschweigenden Unterstellung ausgehend, Suppes (1970) fasse Ereignisse im philosophischen Sinne auf. In seiner Entgegnung entgeht Suppes (1981) diese Unterstellung; stattdessen insistiert er einfach auf dem mathematischen Gebrauch und perpetuiert so das Aneinandervorbeireden.

[2] Z.B. ist Davidsons Beispiel „Flora’s drying of herself with a coarse towel on the beach at noon“ (diese Formulierung findet sich in Mackie (1974), S. 256) im Deutschen nicht nachvollziehbar. Hier haben wir, glaube ich, ein schönes Beispiel für den Einfluß der Muttersprache aufs Philosophieren. Denn daß Ereignisse im philosophischen Sinne derzeit eine so prominente Rolle spielen, liegt, wie mir scheint, zu einem gut Teil einfach daran, daß im Englischen eine gängige grammatische Konstruktion existiert, die typischerweise zur Benennung von Ereignissen verwandt werden kann. (Und natürlich liegt es auch an Davidson.)

Keller füllte, und so weiter. Durch nichts ist garantiert, daß eine fest gegebene Sprache ausreicht, um alles, was es an dem Gewitter zu beschreiben gibt, zu beschreiben – „alles“ in dem offenen Sinne von S. 119 genommen. Die bösen Schwierigkeiten, die man mit den möglichen Welten im rigorosen Sinne wegen ihrer bloßen Möglichkeit hat, hat man freilich mit Ereignissen nicht; Ereignisse sind nie bloß mögliche, sondern immer wirkliche Ereignisse, die nicht von uns erfunden zu werden brauchen. Ereignisse sind kleine unerschöpfliche Ausschnitte aus unserer einen großen unerschöpflichen wirklichen Welt.

Dafür rutschen wir in eine andere Schwierigkeit. Zu unserer einen wirklichen Welt gehören alle Wahrheiten überhaupt. Aber was alles gehört zu einem Ereignis und was nicht? Dies ist die Frage nach den Identitätsbedingungen von Ereignissen, und die Antwort darauf ist notorisch unklar. Das Gewitter gestern über München ist gewiß identisch mit dem Gewitter gestern über der bayerischen Landeshauptstadt; die referentielle Transparenz von Ereignisbezeichnungen steht außer Frage und ist hier nicht das Problem. Aber ist das Gewitter gestern über München dasselbe wie der heftige Regenfall gestern über München? Vermutlich nicht; denn man würde sagen, daß die Sturmböen, mit denen das Gewitter anfing, dem Regenfall vorausgingen. Ist dann die erste schwarze Wolke über München Vorbote oder Beginn des Gewitters und der Großeinsatz der Feuerwehr Teil oder Folge? Es ist klar, daß man hier zusehends weniger entscheidbare Fragen stellen kann.

Dies soll keine Klage über die arg vage Individuierung von Ereignissen sein. Solche Vagheit haftet nicht nur Ereignissen an; Unklarheiten mit der Individuierung gibt es bei fast allen Gegenständen. Vielmehr sollte die Art der Schwierigkeit verdeutlichen, wie man Ereignisse idealiter individuieren könnte. Für mich ergibt sich daraus, daß die klarste und einfachste Idealisierung hier darin besteht, ein Ereignis mit einem bestimmten Raum-Zeit-Gebiet bzw. mit all dem, was innerhalb dieses Raum-Zeit-Gebietes passiert, zu identifizieren. Natürlich legt eine Ereignisbezeichnung normalerweise die Grenzen des zugehörigen Raum-Zeit-Gebietes nur sehr vage fest; aber das ist kein Einwand, wo sich unsere Identifizierung als Idealisierung bekennt.

Nach Davidson (1969) ist diese Weise der Individuierung von Ereignissen – immerhin, bloß? – die zweitbeste. Er zieht es am Ende vor zu sagen, daß zwei Ereignisse gerade dann identisch sind, wenn sie genau dieselben Ursachen und Wirkungen haben. Abgesehen davon, daß dies, wie Davidson selbst zugibt, nicht

sehr hilfreich ist,[1] scheint mir diese Identitätsbedingung doch auch fragwürdig zu sein. Z.B. ist es danach ausgeschlossen, daß es zwei verschiedene Ereignisse gibt, die weder Ursache noch Wirkung haben. Gewiß nehmen wir an, daß es nicht einmal *ein* solches Ereignis gibt, weil wir eben so fest am Kausalprinzip hängen. Aber wenn es ein solches Ereignis gibt, was ist dann an der Vorstellung, es gäbe noch ein zweites, so unmöglich?

Wie dem auch sei – für uns kommt es im Moment nicht darauf an, uns der alleradäquatesten Individuierung von Ereignissen zu versichern. Fürs folgende ist es allein wichtig, über eine klar verständliche und ziemlich adäquate Individuierung zu verfügen; und das tun wir, wenn wir ein Ereignis mit all dem (unbeschreiblich Vielen), was innerhalb eines bestimmten Raum-Zeit-Gebietes passiert, identifizieren. Was immer an dieser Individuierung zu verbessern ist, dürfte keinen Einfluß auf unsere weitere Argumentation haben.

Warum sollte man Ereignisse in diesem philosophischen Sinn als Gegenstände von Kausalaussagen nehmen? Ich konnte nur wenig Gründe dafür finden. Was einen überhaupt auf diese Idee bringt, ist natürlich, daß in sehr vielen umgangssprachlichen Kausalaussagen offenbar von Ereignissen die Rede ist – etwa wenn wir sagen, das Gewitter habe den Großeinsatz der Feuerwehr ausgelöst. Aber es ist klar, daß mit dieser Beobachtung ohne weitere systematische Argumente noch nicht viel anzufangen ist. Dann ist da die auf S. 129 geschilderte intuitive Begründung für die referentielle Transparenz von Kausalaussagen. Und vor allem gibt es das auf S. 126 dargestellte Argument (4.5), welches die Anhänger satzartiger Gegenstände von Kausalaussagen in Verlegenheit bringen soll. Beide Argumente ziehen aber nur, wenn die Alternative „Propositionen oder Ereignisse“ hieße. Unsere Alternative heißt jedoch „Sachverhalte oder Ereignisse“, und bezüglich dieser ist die genannte intuitive Begründung zu undifferenziert und jenes Argument (4.5) schlichtweg irrelevant. Gewichtigere Gründe pro Ereignisse sind meines Wissens nicht aufgetaucht.

Bei so schwacher Gegenwehr hat es die folgende Argumentation contra Ereignisse nicht schwer: Da springt zunächst ins Auge, daß es ganz unmöglich ist, daß die Elemente der Algebra $\mathfrak{A}$ eines Prozeßraumes $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}\rangle$ – um deren Interpretation es ja nach wie vor geht - Ereignisse im philosophischen Sinn repräsentieren. Denn diese Elemente unterliegen logischen Operationen wie Negation und Konjunktion, repräsentiert durch die entsprechenden mengenalgebraischen Operatio-

[1] “It is one thing for a criterion to be correct, another for it to be useful.” (1969), S. 233.

nen. Auf Ereignisse sind logische Operationen nicht anwendbar. Aus der Konjunktion zweier Ereignisse könnte man zur Not noch Sinn machen; man könnte sie als die Vereinigung der beiden Raum-Zeit-Gebiete auffassen. Aber was man unter der Adjunktion zweier Ereignisse verstehen soll, ist schon rätselhaft; und so etwas wie die Negation eines Ereignisses ergibt endgültig keinen Sinn mehr. Ereignisse sind eben keine satzartigen Entitäten.[1]

So weit ist das natürlich noch kein Argument gegen Ereignisse als Gegenstände von Kausalaussagen. Man könnte daraus ebensogut folgern, daß der mathematische Apparat aus Abschnitt 4.1 von vorneherein für eine Kausalitätstheorie untauglich ist. Nachdenklich stimmt dabei nur, daß die Einzelwissenschaften anscheinend erfolgreich mit diesem Apparat arbeiten. Und in der Tat ergibt sich meines Erachtens aus dem nicht satzartigen Charakter von Ereignissen im philosophischen Sinne nicht nur, daß sie mit dem mathematischen Apparat nicht zusammenpassen, sondern auch, daß man mit ihnen überhaupt keine vernünftige Kausalitätstheorie machen kann. Denn an all den Arbeiten, die darauf insistieren, daß die Anwendung der Ursachenrelation auf zwei Ereignisse die eigentliche logische Form von Kausalaussagen darstelle, hat mich dies am meisten verwundert: daß sie kaum etwas darüber zu sagen vermögen, worin die Ursachenrelation zwischen zwei Ereignissen besteht, was sie bedeutet oder wie sie zu analysieren oder theoretisch zu erfassen ist.[2] Stattdessen ist zu beobachten, daß eigentlich alle mehr oder weniger erfolgreichen Ansätze zu einer Analyse der Kausalrelation auf Satzartiges wie Propositionen oder Sachverhalte Bezug nehmen.[3] Jedenfalls gilt das für alle im Kapitel 2 geschilderten Ansätze; es sind Sachverhalte oder Propositionen und nicht Ereignisse, die Wahrscheinlichkeiten bekommen, die in subjunkti-

---

[1] Dies haben z.B. Kim (1971) und Martin (1981) zu Recht deutlich hervorgehoben. Die damit verbundene Kritik an Mackie (1965) bzw. Suppes (1970) ist freilich weniger berechtigt, da diese gerade nicht Ereignisse im philosophischen Sinn meinen, wenn sie von Ereignissen reden.

[2] Es gibt scheinbare Ausnahmen davon. Z.B. Kim (1971), der im Abschnitt IV Mackies INUS-Bedingungen in Ereignisterminologie reformuliert; aber was er in diesem Abschnitt Ereignisse nennt, scheinen mir doch eher so etwas wie unsere Sachverhalte und nicht Ereignisse im oben erläuterten Sinn zu sein. Oder Lewis (1973), obwohl das ein ziemlich undurchsichtiger Fall ist. So schreibt er auf S. 562, daß unter einer gewissen harmlosen Bedingung eine eineindeutige Entsprechung zwischen Propositionen und Ereignissen besteht. Man mag dies so deuten, daß Ereignisse bei ihm propositionsartig sind, oder so, daß Propositionen bei ihm ereignisartig sind; und daß beides nicht so falsch wäre, liegt letztlich daran, dass Lewis derjenige ist, der es mit den möglichen Welten am allerbitterernstesten meint. Ich will das jetzt nicht weiter kommentieren; man lese sich seine S. 562 und insbesondere seine Fußnote 9 gründlich durch. Schließlich sind Ereignisse, wie Mehlberg (1980), vol. 2, S. 77ff. sie erläutert und als Gegenstände von Ursachenaussagen betrachtet, gerade (spezielle physikalische) Sachverhalte im hier erklärten Sinn.

[3] Dies räumt z.B. Davidson (1967b), Abschnitt IV, ausdrücklich ein.

ven Beziehungen zueinander stehen, und die in Naturgesetzen miteinander verknüpft werden.[1]

Beharrt man nun auf Ereignissen als alleinigen Gegenständen der Kausalrelation, so bleibt völlig unklar, was die so verstandene Kausalrelation mit all diesen Analysen zu tun haben soll. Auch ist dann der immer betonte enge Zusammenhang zwischen Verursachung und Erklärung ganz unverständlich. Oder man akzeptiert daneben noch eine weitere Kausalrelation mit satzartigen Gegenständen.[2] Dann scheinen aber alle interessanten Aussagen diese zweite Kausalrelation zu betreffen, und die Ereignis-Kausalrelation wird zum überflüssigen und immer noch unklar verknüpften Anhängsel degradiert. Mir scheint hier das Insistieren auf einer bestimmten logischen Form von Kausalaussagen keinen rechten Sinn zu haben. Ich halte es für eindeutig, daß wir am besten das als Gegenstände von Kausalaussagen nehmen, womit wir die beste Kausalitätstheorie machen können.

Daß sich mit Ereignissen keine angemessene Kausalitätstheorie formulieren läßt, ist mit diesen Bemerkungen natürlich nicht bewiesen, sondern nur nahegelegt. Insofern vervollständigt sich dieses Argument eigentlich erst mit dem Rest dieser Arbeit, in der wir eine mit Sachverhalten arbeitende und, wie ich meine, befriedigende Kausalitätstheorie entwickeln werden, die sich aber unmöglich in eine mit Ereignissen arbeitende Theorie umformulieren lässt.

Am Ende stehen sich Sachverhalte und Ereignisse aber vielleicht doch nicht so unverträglich gegenüber, wie wir es bis jetzt dargestellt haben. Denn es gibt eine reelle Möglichkeit, Ereignisse wieder näher an Sachverhalte heranzurücken. Zwei Gedanken sind dazu einzuführen:

Nennen wir einen Sachverhalt physikalisch maximal spezifisch, wenn es ein Raum-Zeit-Gebiet gibt, so daß der Sachverhalt alle grundlegenden physikalischen Eigenschaften aller in diesem Gebiet liegenden Teilchen oder Felder – oder aus was die physikalische Ontologie letztlich bestehen mag – angibt. Wenn z.B. die Newtonsche Gravitationstheorie die grundlegende physikalische Theorie wäre und wenn unser Sonnensystem nur aus der Sonne, ihren Planeten und deren Monden – alle zu Massepunkten idealisiert – bestünde, so würde eine Beschreibung, die die Massen dieser Körper, deren Bahnen und das im Sonnensystem herrschen-

---

[1] Dabei darf man sich nicht davon verwirren lassen, daß Sachverhalte Sachverhalte über Ereignisse sein können. Natürlich kann man einem Ereignis wie jedem anderen Gegenstand auch eine Eigenschaft zuschreiben und dem so ausgedrückten Sachverhalt etwa eine Wahrscheinlichkeit geben. Aber dann hat der Sachverhalt und nicht das Ereignis die Wahrscheinlichkeit.

[2] Wie es z.B. Davidson (1967b), Abschnitt IV, tut.

de Gravitationsfeld während eines bestimmten Zeitraums angibt, einen physikalisch maximal spezifischen Sachverhalt ausdrücken. Besonders einfache, physikalisch maximal spezifische Sachverhalte sind solche, die sich nur auf einen einzigen Raum-Zeit-Punkt beziehen. Entscheidend ist dabei, daß sich solche Sachverhalte im Prinzip wirklich sprachlich, eben in der Sprache der grundlegenden Physik ausdrücken lassen.

Stellen wir uns nun auf einen moderaten materialistischen oder physikalistischen Standpunkt, der besagt: Wenn zwei Dinge (z.B. Raum-Zeit-Gebiete) sich hinsichtlich ihrer grundlegenden physikalischen Eigenschaften nicht unterscheiden, so können sie sich auch nicht hinsichtlich irgendwelcher anderer Eigenschaften unterscheiden. Diesem Standpunkt zufolge ist z.B. Descartes' Lehre von den zwei Substanzen ausgeschlossen. Aber ansonsten ist er moderat; er behauptet nicht, daß nicht-physikalische Eigenschaften die gleiche Bedeutung hätten wie geeignete logische Konstruktionen aus grundlegenden physikalischen Eigenschaften, durch solche definierbar oder sonstwie auf solche reduzierbar oder auch nur mit solchen koextensiv wären. Deshalb gibt es auch kaum jemanden, der diesen Standpunkt ablehnt.[1]

Wie dieser Standpunkt hier zur Wirkung kommen soll, ist klar. Denn wenn dieser Physikalismus richtig ist, so dürfen wir Ereignisse mit wahren, physikalisch maximal spezifischen Sachverhalten identifizieren. Zwar mag in dem für ein Ereignis charakteristischen Raum-Zeit-Gebiet unbeschreiblich viel passiert sein; aber all das unbeschreiblich Viele, was dann zu diesem Ereignis gehört, ist durch die grundlegende physikalische Beschreibung schon eindeutig bestimmt.

Auf diese Weise bekämen Ereignisse doch noch satzartigen Charakter, und man könnte sie als Gegenstände von Kausalaussagen zulassen. Vielleicht besänftigt das die, die für Ereignisse als Gegenstände von Kausalaussagen plädiert hatten. Gleichwohl ist festzuhalten, daß es nach wie vor Sachverhalte sind, die für eine Kausalitätstheorie grundlegend sind. Wenn man speziell Kausalbeziehungen in der Physik untersucht, so sind vielleicht am Ende nur physikalisch maximal spezifische Sachverhalte interessant. Aber schon das ist ungewiß. Und natürlich muß eine Kausalitätstheorie Kausalbeziehungen in allen empirischen Gebieten behandeln – sei es Psychologie, Ökonomie, Geologie etc. –, und dort haben wir es

---

[1] Drum seien auch nicht die zahllosen Stellen angeführt, wo dieser Standpunkt vertreten wurde. Im Englischen wird seine These häufig so ausgedrückt, daß alle Eigenschaften „supervenient upon" den grundlegenden physikalischen Eigenschaften seien. Für eine präzise Formulierung dieser These und des Begriffs der „supervenience" siehe Kim (1978) und (1979).

bestimmt nicht mehr mit physikalisch maximal spezifischen Sachverhalten zu tun. So weit unsere reichlich lange Begründung dafür, warum wir die Elemente der Algebra $\mathfrak{A}$ eines Prozeßraumes $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ Sachverhalte und nicht anders nennen. Im Rahmen dieser Arbeit war dies freilich eher eine Abschweifung. Denn so wichtig es ist, sich über die Gegenstände von Kausalaussagen und über die Interpretation des Apparats von Abschnitt 4.1 Klarheit zu verschaffen, so wenig konkret werden die Auswirkungen der in den Abschnitten 4.2–4.4 angestellten Überlegungen für das Weitere sein.

KAPITEL 5

PROZESSGESETZE: ZUR THEORIE DES KONDITIONALS

Mit der formalen Definition von Prozeßräumen und der Klärung und der Interpretation der in ihnen enthaltenen Entitäten haben wir unsere erste Aufgabe erledigt: wir haben uns das Material zur Beschreibung von Wirklichkeitsausschnitten beschafft, an denen wir die in ihnen herrschenden Kausalverhältnisse untersuchen wollen. Damit steht die zweite Aufgabe vor uns: diejenigen Beschreibungselemente in formaler Allgemeinheit zu erfassen, die sagen, nach welchen Regeln die uns interessierenden Wirklichkeitsausschnitte funktionieren oder uns zu funktionieren scheinen – um es absichtlich vage auszudrücken. Diese Funktionsregeln – seien es tatsächliche oder bloß geglaubte – sind das, was ich hier als Prozeßgesetze bezeichnen werde, und auf ihrer Grundlage wollen wir später die kausale Begrifflichkeit explizieren.

Hier an dieser Stelle wird sich unsere Theorie der Kausalität zweiteilen, wie es von der Problematik (7) im Kap. 1 und von den in Kap. 2 geschilderten Explikationen dauernd nahe gelegt wurde. Wir werden deterministische und probabilistische Prozeßgesetze zu unterscheiden haben. Ein zentrales Anliegen wird mir dabei sein, unsere Kausalitätstheorie damit nicht einfach in zwei Teile zerfallen zu lassen, sondern beständig die enge Parallelität zwischen deterministischer und probabilistischer Behandlungsweise aufzuzeigen.

Obschon der probabilistische Fall die kompliziertere mathematische Struktur ins Spiel bringt, wollen wir uns ihm zuerst zuwenden. Der Grund dafür ist, daß wir uns bei diesem Fall noch ganz an die gewohnte mathematische Orthodoxie halten können. Die mathematische Standardbehandlung des deterministischen Falls ist hingegen für unsere Zwecke unbrauchbar. Hier werden wir also an einer grundlegenden Stelle von der mathematischen Orthodoxie abweichen müssen und eine formal nicht komplizierte, aber vom Verständnis her ungewohnte Neuerung einführen, die drum sorgfältiger Erläuterung bedarf. Und eben diese Erläuterung

fällt leichter, wenn wir den probabilistischen Fall schon dargestellt haben.

Aus demselben Grunde, zur besseren Erläuterung dieser Neuerung, müssen wir außerdem einen sicherlich abwegig anmutenden Schritt vollziehen. Dieser besteht darin, die zu definierenden Prozeßgesetze zunächst nur an ihrer epistemischen Interpretation zu erläutern und ihre realistische Interpretation vorläufig zu vernachlässigen. Das heißt, daß diese Prozeßgesetze so erläutert werden, daß sie nicht beschreiben, wie es im betrachteten Wirklichkeitsausschnitt tatsächlich zugeht (das wäre die realistische Interpretation), sondern beschreiben, was ein bestimmtes epistemisches Subjekt *X* über diesen Wirklichkeitsausschnitt glaubt (das ist die epistemische Interpretation). Abwegig erscheint dies fürwahr. Expliziert man kausale Begriffe mit solcherweise epistemisch interpretierten Prozeßgesetzen, so können dabei bestenfalls die kausalen Vorstellungen jenes Subjektes *X* expliziert werden. Wiewohl das nicht geringzuachten wäre, so ist natürlich zuzugeben, daß nur realistisch interpretierte Prozeßgesetze uns sagen können, wie die Kausalverhältnisse im betrachteten Wirklichkeitsausschnitt *tatsächlich* sind. Prozeßgesetze realistisch zu interpretieren, ist jedoch ein *großes Problem*, und alle schnellen Lösungsvorschläge dafür versacken meines Erachtens in Unverständlichkeit. Eine epistemische Interpretation von Prozeßgesetzen hat demgegenüber den großen Vorteil klarer Verständlichkeit. Und deswegen werden wir uns zunächst auf sie konzentrieren und das drängende Bewußtsein dessen, daß es eigentlich auf eine realistische Interpretation ankommt, zurückhalten. Im Abschnitt 6.5 werde ich darauf zurückkommen.

5.1 Wahrscheinlichkeitsmaße und ihre Konditionalisierungen

Hier können und wollen wir uns, wie gesagt, noch ganz an das mathematisch Übliche halten. Entsprechend schnell sind die Formalien erledigt:

Definition 5.1: Sei $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ ein *P*-Prozeßraum. Dann heißt *P* ein *probabilistisches Prozeßgesetz* für $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ genau dann, wenn *P* ein Wahrscheinlichkeitsmaß[1] auf $\mathfrak{A}$ ist. $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}, P \rangle$ nennen wir dann einen *probabilistisehen Prozeß.* Statt von probabilistischen Prozessen und Prozeßgesetzen reden wir auch von *P*-

[1] Maße sind hier, wie üblich, immer σ-additiv. Die Frage, ob und inwieweit sich unsere Ausführungen auf endlich additive Inhalte erweitern lassen, werden wir nicht verfolgen.

Prozessen und *P-Prozeßgesetzen*. Schließlich nennen wir P auch das Gesetz des P-Prozesses $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}, P\rangle$.

Mithin ist, wie schon auf S. 114 erwähnt, ein probabilistischer Prozeß im wesentlichen das, was in der Mathematik unter einem stochastischen Prozeß verstanden wird. Voll in die mathematische Theorie der stochastischen Prozesse einzusteigen, werden wir dennoch vermeiden können, da wir unsere Kausalitätstheorie auf endliche Prozeßräume einschränken werden. Dies ist einerseits ein Entgegenkommen an den Leser; denn für endliche Prozeßräume wird die involvierte Wahrscheinlichkeitstheorie wesentlich einfacher und leichter verständlich. Vor allem aber hat diese Beschränkung systematische Gründe; denn die Formulierung unserer Kausalitätstheorie in mathematisch üblicher Allgemeinheit bringt eine Reihe von technischen Problemen mit sich, die man von den inhaltlichen Problemen streng getrennt halten sollte; und mit dieser Beschränkung können wir uns eben ganz auf die inhaltlichen Probleme konzentrieren.

Was für diesen Abschnitt zu tun bleibt, ist, uns einigermaßen unseres Verständnisses der neu eingeführten Entität, des Wahrscheinlichkeitsmaßes P auf $\mathfrak{A}$, zu versichern. Wir können das W-Maß P im wesentlichen auf zwei vertraute Weisen auffassen. Zum einen können wir für jeden Sachverhalt $A \in \mathfrak{A}$ die Zahl $P(A)$ als die objektive oder statistische Wahrscheinlichkeit dafür verstehen, daß der Sachverhalt A vorliegt. Man mag diese als die relative Häufigkeit (oder deren Grenzwert) verstehen, mit der in den Wiederholungen oder Replikaten des durch $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}\rangle$ erfaßten Wirklichkeitsausschnitts die Replikate von A vorliegen; oder man mag sie mit der Propensity identifizieren, mit der die im Sachverhalt A involvierten Dinge die ihnen in A zugeschriebenen Eigenschaften oder Beziehungen aufweisen. Jedenfalls haben wir ein krudes Verständnis von dieser, wie ich es nenne, realistischen Interpretation von W-Maßen. Bei diesem müssen wir's hier freilich belassen. Denn diese realistische Interpretation präzise auszubuchstabieren, hat sich als außerordentlich schwieriges und bis heute nicht befriedigend bewältigtes Geschäft erwiesen, über das zudem wenig Einigkeit herrscht,[1] und darin mischen wir uns jetzt besser nicht ein. Es ist lediglich vor dem Irrtum zu warnen, unser vertrauter Umgang mit statistischen Wahrscheinlichkeiten verschaffe uns schon ein präzises Verständnis von ihnen.

---

[1] Vgl. etwa Stegmüller (1973), Teil III, Salmon (1966), Kap. V, Mackie (1973), Kap. 5, und die dort angegebene Literatur.

Zum andern können wir die subjektivistische, personalistische oder, wie ich es nenne, epistemische Interpretation anlegen, wir können die Zahl $P(A)$ als den Grad interpretieren, in dem ein bestimmtes epistemisches Subjekt X an das Vorliegen des Sachverhalts A glaubt. Das W-Maß P beschreibt dann den gesamten epistemischen Zustand von X bezüglich des durch $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ gegebenen Wirklichkeitsausschnitts. Wie mehrfach demonstriert wurde,[1] ist es für X rational, daß sein epistemischer Zustand den Axiomen mathematischer Wahrscheinlichkeit genügt. Wir wollen unser Subjekt X daher so weit idealisieren, daß es in diesem Sinne rational ist. Diese epistemische Interpretation[2] halte ich gegenüber der realistischen für die entschieden klarere und greifbarere, auch wenn sie bei vielen Anwendungen die unerwünschtere oder unpassendere zu sein scheint.

Ausführlicher sei nun gar nicht auf die Interpretation des Wahrscheinlichkeitsbegriffs eingegangen. Eine vorläufige Diagnose ist jedoch gleich festzuhalten: nämlich daß das Verständnis eines so oder so interpretierten Wahrscheinlichkeitsbegriffs in keiner offenkundigen Weise das Verständnis kausaler Dinge voraussetzt. Wenn uns auf der Grundlage von P-Prozessen eine adäquate Explikation kausaler Begriffe gelingt, so dürfen wir also hoffen, daß diese Explikation eine echte, d.h. auch von allen intuitiven Zirkeln freie ist.

Einen wichtigen Aspekt der epistemischen Interpretation müssen wir freilich noch vertiefen – zwecks späterem Vergleich mit dem deterministischen Fall. In obiger Schilderung war die epistemische Interpretation rein statisch. Damit ist gemeint, daß mit dem W-Maß P nicht mehr als ein bestimmter epistemischer Zustand unserer Person X bezüglich der Sachverhaltsmenge $\mathfrak{A}$ beschrieben wurde – das heißt: der epistemische Zustand, in dem X sich zu einem ungenannt gebliebenen Zeitpunkt befindet. Eine dynamische Beschreibung des Zusammenhangs zwischen X's epistemischen Zuständen zu verschiedenen Zeitpunkten ist damit nicht geliefert. Diese wird jedoch aus dem folgenden Grunde für uns wichtig werden: Wenn wir das W-Maß P als den epistemischen Zustand von X zum Zeitpunkt t interpretieren, so können wir relativ dazu auch nur X's Kausalvorstellungen über $\mathfrak{A}$ zum Zeitpunkt t explizieren. Wenn es nun ferner eine plausible oder gar allgemein akzeptierte Beschreibung dessen gibt, wie sich X's epistemischer Zustand unter gewissen Einflüssen im Laufe der Zeit ändert, so induziert diese über die zu

---

[1] Vgl. etwa de Finetti (1937), ch. I, Stegmüller (1973), Teil II.6, oder Richter (1972).

[2] Welche in Stegmüller (1973), Teil II.1, Salmon (1966), Kap. V, Mackie (1973), Kap. 5, und der dort angegebenen Literatur ausführlicher geschildert ist.

liefernde Explikation kausaler Begriffe eine Beschreibung dessen, wie sich *X*'s Kausalvorstellungen unter diesen Einflüssen ändern; und es stellt sich dann die Frage, ob diese zweite Beschreibung in intuitiv erwünschter Weise ausfällt. Diese Frage lässt sich sogar in einen Adäquatheitstest für unsere Explikation kausaler Begriffe ummünzen, da es eine solche allgemein akzeptierte Beschreibung von Änderungen epistemischer Zustände gibt; und deshalb müssen wir diese Beschreibung kurz darstellen:

De facto kann sich *X*'s epistemischer Zustand auf vielerlei Weise ändern. *X* kann Erfahrungen oder Informationen sammeln, *X* kann etwas vergessen, *X* kann unter den Einfluß von Rauschmitteln geraten oder einen schizophrenen Schub bekommen, und so weiter. In der Regel kann man über solche Änderungen nichts Allgemeines sagen. Aber im Falle des Sammelns von Erfahrungen gibt es eine Form von *rationaler* Änderung epistemischer Zustände, die allgemeiner Beschreibung zugänglich ist. Definieren wir dazu:

Definition 5.2: Sei P ein W-Maß auf $\mathfrak{A}$ und $A \in \mathfrak{A}$ mit $P(A) > 0$. Dann sei P_A dasjenige W-Maß auf $\mathfrak{A}$, für das für alle $B \in A$ $P_A(B) = P(B \mid A)$ ist.[1] P_A heißt *die Konditionalisierung von P bezüglich A*.

Die Beschreibung rationaler Änderungen epistemischer Zustände sagt dann: Wenn *P X*'s epistemischer Zustand zum Zeitpunkt *t* ist und wenn der Sachverhalt *A* die Konjunktion aller Erfahrungen darstellt, die *X* zwischen *t* und $t' > t$ sammelt, so ist die Konditionalisierung P_A von P bzgl. A *X*'s epistemischer Zustand zum Zeitpunkt t' – sofern $P(A) > 0$, *X* rational ist und sein epistemischer Zustand keinen anderen Einflüssen unterliegt. Mit anderen Worten: *X*'s subjektive Wahrscheinlichkeiten zu *t* ändern sich bis t' in die durch die zwischenzeitlichen Beobachtungen oder Informationen bedingten Wahrscheinlichkeiten. Man sagt dann auch, daß sich diese Änderung gemäß der *Regel der einfachen Konditionalisierung* vollzieht.

Eine triviale Folgerung wird später relevant.

Korollar 5.3: Wenn $A, B \in \mathfrak{A}$ mit $P(A \cap B) \neq 0$, so gilt $(P_A)_B = (P_B)_A = P_{A \cap B}$.

Auf rationale Änderungen epistemischer Zustände angewandt, heißt das, daß es

[1] Die durch *A* bedingte Wahrscheinlichkeit von *B* ist dabei definiert als $P(B \mid A) = P(A \cap B) / P(A)$.

für ein rationales Subjekt X keinen Unterschied macht, in welcher Reihenfolge es die Informationen A und B bekommt; und das ist sicherlich erwünscht.

Die Voraussetzung der Konditionalisierung bzgl. A, daß $P(A) > 0$, markiert eine Lücke der obigen Beschreibung von Änderungen epistemischer Zustände; wenn die nach t eingehende Information A für X zu t Wahrscheinlichkeit 0 hat, so können wir keine durch A bedingten Wahrscheinlichkeiten definieren und daher auch die durch A hervorgerufene Änderung auf diese Weise nicht beschreiben. Diese Lücke wird sich später noch schmerzhaft bemerkbar machen.

Die Regel der einfachen Konditionalisierung ist freilich zu speziell. Dies zeigt sich insbesondere am sogenannten Problem unscharfer Beobachtungen. Nehmen wir an, X prüfe, ob A oder $\overline{A}$ vorliegt, unter ungünstigen Beobachtungsbedingungen, so daß er nicht klar entscheiden kann, ob A oder $\overline{A}$ vorliegt[1]; oder nehmen wir an, daß X vage oder bruchstückhafte Informationen über A erhält oder sonstwie wie für A relevante Informationen, die aber nicht in der σ-Algebra $\mathfrak{A}$ repräsentiert sind. In beiden Fällen wird sich X's Wahrscheinlichkeit für A ändern, ohne gleich 1 oder 0 zu werden. Durch diese eine Änderung wird sich im allgemeinen der gesamte epistemische Zustand von X ändern, was aber offenkundig durch die Regel der einfachen Konditionalisierung nicht mehr beschrieben werden kann. Bewältigt wird dieses Problem durch die folgende Regel der verallgemeinerten Konditionalisierung. Zu deren Erläuterung ist darauf hinzuweisen, daß die unscharfe Information sich nicht auf den Sachverhalt A oder, wie wir auch sagen können, auf die Sub-σ-Algebra $\{\emptyset, A, \overline{A}, \Omega\}$ von $\mathfrak{A}$ zu beschränken braucht; sie kann und wird im allgemeinen mehrere Sachverhalte gleichzeitig bzw. eine größere oder kleinere Sub-σ-Algebra $\mathfrak{B}$ von $\mathfrak{A}$ betreffen. Es gilt dann zu sagen, wie sich die Änderung der Wahrscheinlichkeiten für die Sachverhalte in $\mathfrak{B}$ auf alle anderen Wahrscheinlichkeiten auswirkt. Definieren wir dazu:

Definition 5.4: Sei P ein W-Maß auf $\mathfrak{A}$, sei $\mathfrak{B}$ eine endliche Sub-σ-Algebra von $\mathfrak{A}$ mit den Atomen $B_1, ..., B_n$,[2] und sei Q ein P-stetiges W-Maß auf $\mathfrak{B}$.[3] Dann sei P_Q das W-Maß auf $\mathfrak{A}$, für das für alle $A \in \mathfrak{A}$ $P_Q(A) = \sum_{k=1}^{n} P(A \mid B_k) \cdot Q(B_k)$. P_Q

---

[1] $\overline{A}$ bezeichnet dabei das relative Komplement von A, d.h. den Sachverhalt $\Omega \setminus A$.

[2] B_i heißt dabei Atom von $\mathfrak{B}$ gdw. $B_i \neq \emptyset$ und es kein $C \in \mathfrak{B}$ mit $\emptyset \subset C \subset B_i$ gibt. $B_i, ..., B_n$ sind mithin gerade die schärfsten Sachverhalte $\neq \emptyset$ in $\mathfrak{B}$.

[3] Q heißt dabei P-stetig gdw. für alle $B \in \mathfrak{B}$ gilt: wenn $P(B) = 0$, so auch $Q(B) = 0$.

heiße dann *die Konditionalisierung von P bezüglich Q*.[1]

Die Änderung epistemischer Zustände gemäß der *Regel der verallgemeinerten Konditionalisierung* sieht dann so aus: Wenn *P X*'s epistemischer Zustand zu *t* bezüglich $\mathfrak{A}$ ist und wenn das W-Maß *Q* auf der Sub-σ-Algebra $\mathfrak{B}$ durch die (unscharfen) Erfahrungen und Informationen, die *X* zwischen *t* und *t'* sammelt, zu seinem epistemischen Zustand zu *t'* bezüglich $\mathfrak{B}$ wird, so ist die Konditionalisierung P_Q von *P* bezüglich *Q X*'s epistemischer Zustand zu *t'* bezüglich *A* – sofern *Q P*-stetig ist, *X* rational ist und sein epistemischer Zustand keinen anderen Einflüssen unterliegt.

Es ist klar, inwiefern die Regel der einfachen Konditionalisierung ein Spezialfall der Regel der verallgemeinerten Konditionalisierung ist. Wieder gibt es eine später relevante Beobachtung:

Korollar 5.5: Seien *P* und *Q* wie in Definition 5.4, und sei auch die Einschränkung *P'* von *P* auf $\mathfrak{B}$ *Q*-stetig. Dann gilt $(P_Q)_{P'} = P$.

Dies besagt, daß Änderungen epistemischer Zustände gemäß der verallgemeinerten Konditionalisierung unter den in Korollar 5.5 beschriebenen Voraussetzungen reversibel sind, was wiederum willkommen ist. Änderungen gemäß der einfachen Konditionalisierung sind hingegen nicht reversibel; sie erfüllen auch nicht die Voraussetzungen von Korollar 5.5.

Die Regel der verallgemeinerten Konditionalisierung weist eine der oben erwähnten Lücke analoge Lücke auf, die in der Voraussetzung, daß *Q P*-stetig sein muß, zum Ausdruck kommt; sie wird uns auch den analogen Kummer bereiten.

Tiefer brauchen wir hier nicht in die Beschreibung der Änderung epistemischer Zustände und in all die beweisbaren formalen Tatsachen hierüber einzudringen. Insbesondere will ich hier all die Begründungen dessen, warum die so beschriebenen Änderungen epistemischer Zustände die Auszeichnung „rational" verdienen, einfach übernehmen.[2] Auf einen wichtigen Sachverhalt, der erst mit dem Über-

---

[1] Die Annahme, daß $\mathfrak{B}$ endlich ist, ist unnötig. Die allgemeine Definition lautet so: Sei *P* ein W-Maß auf $\mathfrak{A}$ und *Q* ein *P*-stetiges W-Maß auf einer (beliebigen) Sub-σ-Algebra $\mathfrak{B}$ von $\mathfrak{A}$. Dann sei P_Q das W-Maß auf $\mathfrak{A}$, für das für alle $A \in \mathfrak{A}$ $P_Q(A) = \int P^{\mathfrak{B}}(A)\, dQ$ - wobei $P^{\mathfrak{B}}(A)$ die durch $\mathfrak{B}$ bedingte Wahrscheinlichkeit von *A* ist. (Zu diesem verallgemeinerten Begriff der durch eine σ-Algebra bedingten Wahrscheinlichkeit siehe etwa Bauer (1968), § 54.)

[2] Erfunden oder entdeckt wurde die verallgemeinerte Konditionalisierung von Jeffrey (1965), Kap. 11. Darin und in Teller (1976) finden sich ausführliche Erläuterungen und Rechtfertigungen der

gang von der einfachen zur verallgemeinerten Konditionalisierung richtig ins Licht rückt, ist freilich noch hinzuweisen:

Die Regel der einfachen Konditionalisierung erweckte noch den Anschein, als sei der äußere, d.h. nicht im epistemischen Subjekt *X* liegende Sachverhalt, bezüglich dessen konditionalisiert wird, für die Änderung von *X*'s epistemischen Zustand verantwortlich. Diese Auffassung muß nicht falsch sein; auf die Regel der verallgemeinerten Konditionalisierung ist sie jedoch offenkundig nicht übertragbar – einfach weil dort nicht bezüglich eines Sachverhalts konditionalisiert wird. Dies ist auch gut so. Denn selbst wenn der Sachverhalt selbst für die entsprechende epistemische Änderung verantwortlich ist, so ist er es auf allenfalls ganz grob aufgeklärte Weise. Er müßte z.B. von *X* beobachtet worden sein oder von anderen, die dann *X* davon berichten; wie aber auf solchen mehr oder weniger direkten, am Ende über *X*'s Sinnesorgane laufenden Wegen schließlich eine propositionale Einstellung von *X* bezüglich dieses Sachverhalts herauskommt, ist eine bis heute ziemlich rätselhafte Angelegenheit. Die verallgemeinerte Konditionalisierung ist da ehrlicher; sie versucht erst gar nicht zu sagen, wo das veränderte W-Maß Q auf der Sub-σ-Algebra $\mathfrak{A}$ herrührt. Die Konditionalisierungsregeln sind also am besten so zu verstehen: Aufgrund nicht näher beschriebener äußerer Umstände ändert sich ein Teil des epistemischen Zustandes von *X*, und die Regeln sagen dann, wie sich infolgedessen die anderen Teile von *X*'s epistemischen Zustand ändern. Danach wird von diesen Regeln lediglich ein Vorgang beschrieben, der ganz innerhalb von *X*'s epistemischen Apparat liegt. Diese Auffassung ist somit bescheidener und präziser zugleich, und sie ermöglicht erst die hier beschriebene Verallgemeinerung der Konditionalisierung.

Diese Feststellung, wie alle anderen Bemerkungen über die Dynamik epistemischer Zustände, werden wir im folgenden, wenn es um deterministische Prozesse geht, unmittelbar verwerten können.[1]

---

verallgemeinerten Konditionalisierung. Eine interessante Variante formulierte Field (1978). Nicht bloß formale Untersuchungen über Konditionalisierungsverfahren liefern Domotor (1980), Domotor, Zanotti, Graves (1980), van Fraassen (1980), Harper (1976) und May, Harper (1976).

[1] Es steckt auch eine allgemeine Lehre hinter dieser Feststellung. Sie wiederholt sich z.B. beim Strategiebegriff. Dem (in der Entscheidungstheorie) üblichen Strategiebegriff zufolge stellt sich eine Person mit einer Strategie darauf ein, auf unterschiedliche äußere Umstände unterschiedlich zu reagieren. Das kann sie natürlich nur insoweit, als diese äußeren Umstände von ihr beobachtet werden oder sonstwie Eingang in ihren epistemischen Zustand finden. Und so ergibt sich auch hier ein präziseres und wesentlich allgemeineres Strategieverständnis, wenn man sagt, mit einer Strategie stelle sich eine Person zunächst nur auf ihre so oder so veränderten, zukünftigen *inneren* Zustände ein. Diesen Punkt habe ich in Spohn (1978), Kap. 4, ausführlich dargetan.

5.2 Zur Standardtheorie des Konditionals

Wo und unter welchen Bezeichnungen immer deterministische Prozesse untersucht werden, es geht stets darum, die Naturgesetze zu erfassen, die in dem jeweils interessierenden Wirklichkeitsausschnitt oder dem Modell, das man sich von ihm macht, herrschen. Dafür haben sich bevorzugte Formen entwickelt. Beschreibt man den betrachteten Wirklichkeitsausschnitt als zeitlich kontinuierlich, so gießt man die darin geltenden Gesetze in der Regel in die Form von Differentialgleichungen, die die zeitlich infinitesimalen Änderungen in diesem Ausschnitt feststellen. Seit der Entdeckung der Infinitesimalrechnung und der Newtonschen Mechanik war die Entwicklung der Mathematik wesentlich davon angetrieben, die mathematischen Eigenschaften solcher Gleichungen zu erforschen. Eine besonders interessante und heute größtenteils beantwortete Frage ist etwa, unter welchen Bedingungen solche Gleichungen lösbar sind und sogar eine eindeutige Lösung besitzen, sofern man den Anfangszustand des betrachteten Prozesses und die von außen auf den Prozeß einwirkenden Randbedingungen vorgibt. Diese eindeutige Lösbarkeit gewährte ja gerade die prognostische Verwertbarkeit. Wird hingegen bloß eine diskrete Zeitstruktur zugrunde gelegt, so greift man zur Erfassung der Gesetze in der Regel auf Differenzengleichungen zurück, die gleichfalls zeitlich minimale Änderungen beschreiben. Auch hier wurden zwar beschwerlichere, aber nicht minder erfolgreiche Methoden zur mathematischen Behandlung solcher Gleichungen entwickelt.

Doch brauchen wir hier nicht auf den großen Reichtum dieser Entwicklungen und auf die vielen erfolgreichen Anwendungen in allen Zweigen der Physik, in der Chemie und Biologie, sogar in Modellen für Bevölkerungsentwicklung oder Straßenverkehrsfluß und vieles andere mehr näher einzugehen. Beschreiben wir lieber, was da geschieht, noch etwas abstrakter. Dazu können wir annehmen, daß wir den interessierenden Wirklichkeitsausschnitt schon mit dem D-Prozeßraum $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}\rangle$ erfaßt haben. Die darin geltenden Naturgesetze zu beschreiben, heißt dann, zu sagen, welche Verläufe aus Ω diesen Gesetzen gehorchen und welche nicht. Das heißt, es gilt, eine Menge $L \in \mathfrak{A}$ auszuzeichnen, die genau alle gesetzesmäßigen Verläufe aus Ω enthält. L stellt so gerade den allgemeinen Sachverhalt dar, daß die fraglichen Gesetze erfüllt sind. Ein deterministisches Prozeßgesetz könnten wir auf dieser abstrakten Ebene mithin schlicht als einen Sachverhalt L aus $\mathfrak{A}$

und einen deterministischen Prozess schlicht als ein Quadrupel $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}, L\rangle$ repräsentieren. Mehr steckt da im Prinzip nicht dahinter – wenn wir von der so reichhaltigen, darüber aufgebauten mathematischen Theorie absehen.

Unglücklicherweise sind so gefaßte deterministische Prozesse als Grundlage einer adäquaten Kausalitätstheorie grundsätzlich ungeeignet. Denn auf dieser Grundlage zu arbeiten, hieße, sich ganz auf den Boden eines regularitätstheoretischen Ansatzes zur Kausalanalyse zu stellen; und daß dies verfehlt ist, haben wir im Kapitel 2 schon ausführlich begründet. Rufen wir uns aber den Kern dieser Begründung noch einmal ins Gedächtnis. Er bestand nicht darin, daß eine Analyse kontrafaktischer und damit auch kausaler Aussagen auf regularitätstheoretischer Grundlage durchweg unmöglich wäre. Eine solche Analyse ist ja teilweise durchführbar; relativ zum obigen Prozeßgesetz L läßt sich sehr wohl sagen, was es heißt, daß das und das passiert wäre, wenn etwa die Anfangsbedingungen oder die Randbedingungen des Prozesses so und so gewesen wären. Das für regularitätstheoretische Ansätze unüberwindliche Problem wird vielmehr erst durch kontrafaktische Aussagen aufgeworfen, die sogar *kontranomologisch* sind; was passiert wäre, wenn das Gesetz L in der und der Weise verletzt worden wäre, lässt sich eben nicht mit Bezugnahme auf L sagen. Ein Problem für die Kausalanalyse wird dies deswegen, weil Kausalaussagen kontranomologische Aussagen enthalten können, wie unser etwas banales Frühlingsanfang-Schneeschmelze-Hochwasser-Kirschblüte-Beispiel aus dem Abschnitt 2.2 zeigte; und dieses Problem beiseite zu schieben, verbietet sich, weil Kausalaussagen sogar in aller Regel kontranomologische Aussagen enthalten.

Es bleibt uns also nichts anderes übrig, als uns von der in den Wissenschaften üblichen Darstellung deterministischer Prozesse zu lösen und uns ernsthafter, als es damit möglich wäre, auf Kontrafaktisches einzulassen. Dies zeichnete sich ja bereits im Kapitel 2 ab. Dieser Verzicht aufs Bewährt-Gewohnte ist freilich nur zumutbar, wenn dafür möglichst überzeugender Ersatz geschaffen wird. Ein solcher hat sich im Abschnitt 2.3 unter den prominenten Formen der Analyse kontrafaktischer Aussagen noch nicht gezeigt. Hauptsächlich drei Arten der Analyse hatten wir dort erwähnt: die metasprachliche Theorie, die Ähnlichkeitssemantik und die epistemischen Interpretationen für kontrafaktische Aussagen. Auf die ersten zwei waren wir näher eingegangen, und sie hatten sich dabei als offen oder versteckt zirkulär herausgestellt, so daß es nicht aussichtsreich erscheint, jetzt an sie anzuknüpfen. Alle meine Hoffnungen liegen auf der dritten Form der Analyse,

wie ich damals schon erwähnte, und mit ihr wollen wir uns nun beschäftigen. Ihre Darstellungen durch Adams (1965, 1975), Ellis (1978, 1979), Gärdenfors (1979, 1981) oder Kutschera (1975) befriedigen mich jedoch nicht völlig, so daß ich die folgenden Erläuterungen zunächst nicht auf diese Darstellungen stützen möchte. Unser Ergebnis werden wir aber hinterher mit ihnen und der Ähnlichkeitssemantik vergleichen, damit klar wird, daß wir hier auf ähnlichen Pfaden wandeln. In einem dritten Schritt wird sich jedoch noch eine formal unscheinbare, aber entscheidende Neuerung als notwendig erweisen. Diese kommt erst im nächsten Abschnitt zur Sprache, so daß dieser Abschnitt bloß vorläufigen und hinführenden Charakter hat.

Als erstes müssen wir uns auf eine völlig veränderte Fragestellung einlassen. Es dreht sich im folgenden so mittelbar um deterministische Prozeßgesetze, daß wir uns besser nicht fragen, wie die obige Konzeption eines Prozeßgesetzes als einem Sachverhalt L zu verbessern wäre; mit dieser Frage wären wir noch zu sehr dieser untauglichen Konzeption verhaftet. Insonderheit gilt es, die in dieser Konzeption sich ausdrückende Neigung zu überwinden, Prozeßgesetze gleich realistisch zu interpretieren. Es geht erst einmal überhaupt nicht um wahre Gesetze oder sonstige objektive Tatbestände im betrachteten Wirklichkeitsausschnitt, sondern lediglich um die Annahmen irgendeines Subjektes über diesen Wirklichkeitsausschnitt. Entgegen dem Anschein sind wir auch allenfalls mittelbar an einer Logik subjunktiver und kontrafaktischer Aussagen interessiert, wenn man darunter so etwas wie ein formales, möglichst stimmiges Gegenstück zu unserem umgangssprachlichen subjunktiven und kontrafaktischen Reden versteht, welches z.B. die Aufgabe hätte, unsere intuitiven Schlüsse formal nachzuvollziehen. Wie wir auf den S. 161ff. noch erläutern werden, liefern wir hier nur Vorarbeiten für eine solche Logik.

Die Frage, um die es nun geht, ist vielmehr diese: Wie können wir am besten die Annahmen und Überzeugungen eines bestimmten epistemischen Subjektes X über einen gegebenen Wirklichkeitsausschnitt beschreiben, den wir mit einem Prozeßraum $\langle I, \Omega, \mathfrak{U} \rangle$ erfassen können? Es bieten sich da im wesentlichen zwei Wege an.[1] Wir können zu einer qualitativen oder zu einer quantitativen Beschreibungsweise greifen. Bei einer quantitativen Beschreibungsweise geben wir immer

[1] Das „im wesentlichen“ bezieht sich hier auf die Wege, die in der Philosophie beschritten werden. In der Psychologie, welche sich wesentlich enger an die Empirie halten muß, findet sich natürlich ein sehr viel reicheres und unklareres Arsenal zur Beschreibung epistemischer Einstellungen.

numerische Werte dafür an, wie stark das Subjekt X von etwas überzeugt ist. Wenn wir nun, wie in der Philosophie üblich, X zu einem epistemisch rationalen Wesen hochstilisieren, dann können wir X's epistemischen Zustand bezüglich $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ gerade durch ein W-Maß auf $\mathfrak{A}$ darstellen. Genau darum ging es ja im vorhergehenden Abschnitt bei der epistemischen Interpretation von W-Maßen. Bei einer qualitativen Beschreibungsweise hingegen kann unser Subjekt X gegenüber einem Sachverhalt $A \in \mathfrak{A}$ nur drei Einstellungen haben: X kann glauben, daß A vorliegt; X kann glauben, daß $\overline{A}$ vorliegt; und X kann gegenüber A neutral sein, d.h. weder A noch $\overline{A}$ glauben. Diese qualitative Beschreibungsweise ist natürlich gröber als die quantitative und bei vielen Gelegenheiten sicherlich unzulässig grob; aber sie ist eindeutig die im Alltag und auch beim Theoretisieren vorherrschende, und daher müssen wir sie ernst nehmen. Sie auszuarbeiten, das ist gerade unser Ziel in diesem und im nächsten Abschnitt.

Dieses Ziel muß hier freilich der Beschränkung unterliegen, daß diese Ausarbeitung verwandte und ähnlich gravierende Idealisierungen vornimmt, wie sie auch in die quantitative Beschreibungsweise eingebaut sind. Eine grundlegende Idealisierung, die beiden Beschreibungsweisen gemein ist, hatten wir dabei im letzten Abschnitt noch gar nicht erwähnt: ich meine die Annahme, daß die epistemischen Einstellungen unseres Subjektes X, seien sie nun quantitativ oder qualitativ beschrieben, gerade *Sachverhalte* in dem in Abschnitt 4.3 ausgeführten Sinne zum Gegenstand haben.

Das Problematische an dieser Annahme liegt *nicht* darin, daß epistemische Einstellungen statt auf Sachverhalte eher auf Propositionen im am selben Ort erläuterten Sinne zu beziehen wären. Wenn wir nämlich die Unterscheidung zwischen Überzeugungen de dicto und Überzeugungen de re akzeptieren, so sind, wie auf S. 125ff. ausgeführt, Propositionen und Sachverhalte *gleichermaßen* geeignete (oder ungeeignete) Gegenstände epistemischer Einstellungen. Es gibt vielmehr eine grundsätzlichere Kritik an unserer idealisierenden Annahme, die die Geeignetheit von Propositionen als epistemischen Gegenständen ebenso in Zweifel zieht wie die von Sachverhalten. Sie zielt im wesentlichen in drei Richtungen:

Da gibt es erstens die wohlbekannte radikale Kritik Quines, daß man aus unserer gesamten intensionalen Begrifflichkeit – die da von Bedeutungen, Intensionen, Eigenschaften, Propositionen, analytischen Wahrheiten und dergleichen mehr redet – ohnehin keinen rechten wissenschaftlichen Sinn machen könne. Quine hat

diese Kritik in vielen Varianten mit großer Wortgewalt vorgetragen,[1] und obgleich ihr wenige konsequent anzuhängen scheinen, ist sie bis heute nicht schlagend widerlegt. Trotzdem – oder vielleicht gerade deswegen – können wir uns mit dieser Kritik nicht weiter auseinandersetzen. Denn wenn wir dieser Kritik stattgeben, so müßten wir nicht nur Propositionen und Sachverhalte als Gegenstände epistemischer Einstellungen aufgeben; wir müßten auch gleich unser ganzes Projekt einer Kausalitätstheorie abschreiben, da die Ursachenrelation als eine Relation zwischen Sachverhalten ebenso zu dieser intensionalen Begrifflichkeit gehört. Das will ich natürlich nicht tun, und drum negiere ich implizite diese Kritik; aber es überfordert mich bei weitem, dies gegenüber Quine zu rechtfertigen. Hier ist also ein wunder Punkt, den wir aber offenhalten können; es wäre offenkundig unsinnig, so lange innehalten zu wollen, bis er geschlossen ist.

Eine zweite Kritik ist konkreter. Sie sagt, daß Propositionen und Sachverhalte deswegen nicht die alleinigen Gegenstände epistemischer Einstellungen sein können, weil sie zu zeitlos sind, weil ihnen indexikalische und kontextuelle Elemente zu vollständig ausgetrieben sind.[2] Diese Kritik ist zweifelsohne berechtigt. Auch hat Lewis (1979b) einen Vorschlag gemacht, wie man dieser Kritik Rechnung tragen und die Menge der Gegenstände epistemischer Einstellungen über Propositionen hinaus ausdehnen kann, ohne den formalen, technischen Rahmen in irgendeiner dramatischen Weise zu ändern. Doch mag ich diese Komplikation hier außer acht lassen, da ich nicht glaube, daß sie wesentliche Rückwirkungen auf unsere Kausalitätstheorie hat.

Die letzte Kritik ist ebenso konkret und insofern einschneidender, als sie derzeit unabsehbare Änderungen der klassischen Auffassung von epistemischen Einstellungen als propositionalen Einstellungen verlangt. Sie besagt, daß Propositionen und Sachverhalte zu grob individuiert sind, um als Gegenstände epistemischer Einstellungen dienen zu können. Denn wenn wir durch den Satz „*X* glaubt de dicto, daß *p*“ *X* eine Relation zu der durch *p* ausgedrückten Proposition zuschreiben, so kommt es nicht darauf an, wie diese Proposition ausgedrückt wird; wir können sie statt durch *p* ebensogut durch jede noch so wilde, logisch äquivalente Formulierung ausdrücken. Daß dies absurd ist, wird an logischen Wahrheiten be-

---

[1] Siehe vor allem Quine (1951), (1960), insbes. Kap. II und VI, und (1969), insbes. Kap. 1, 2 und 6, sowie viele andere Arbeiten, in denen er diese Kritik immer wieder thematisiert.

[2] Im kleinen, aber umso schlagender ist dieser Punkt z.B. bei Lewis (1979b) und Perry (1979) ausgeführt. Eine etwas vagere, aber grundsätzlichere Version davon hat Putnam (1975) ins Zentrum seiner Sprachphilosophie gestellt.

sonders deutlich. Mit Propositionen als Gegenständen epistemischer Einstellungen gäbe es für unser Subjekt *X* an logischen Wahrheiten nur die *eine* logisch wahre Proposition zu glauben. Demgegenüber erscheint es möglich und gar nicht ungewöhnlich, daß *X* einen logisch wahren Satz glaubt, an einem zweiten zweifelt und einen dritten sogar abstreitet. Natürlich ließe sich das an jeder anderen Proposition als der logisch wahren genauso demonstrieren. Drum sind Propositionen zu grobe Gegenstände epistemischer Einstellungen; wie sie ausgedrückt sind, ist auch noch relevant. Der prinzipielle Punkt dahinter ist dieser: Propositionen sind uns nur über ihre sprachliche Repräsentation zugänglich; welcher Satz einer Sprache welche Proposition repräsentiert oder ausdrückt, ist dabei durch die Semantik dieser Sprache festgelegt. Nun ist es aber jedenfalls de facto und womöglich prinzipiell so, daß diese Semantik für unser Subjekt *X* gewissermaßen epistemisch zu anspruchsvoll ist; semantisches Wissen wird wie jedes andere Wissen unvollständig sein. Will man dieser dritten Kritik begegnen, so muß man also berücksichtigen, inwieweit die Semantik einer Sprache in *X* epistemisch verankert ist. Darüber, wie sich das berücksichtigen ließe, gibt es meines Wissens freilich nur uneinheitliche, unzulängliche und formal kaum auswertbare Vorstellungen.[1] Diese dritte Kritik schickt uns also in so undurchsichtiges Gelände, daß es bei unserer Zielsetzung auch ihr gegenüber am vernünftigsten ist, weiter an Propositionen und Sachverhalten als epistemischen Gegenständen festzuhalten. Das bedeutet, daß wir unser epistemisches Subjekt *X* zum perfekten Semantiker hochstilisieren, das somit ungehemmten Zugang zu Propositionen hat. Diese Idealisierung von *X* läßt sich gewiß nicht als Rationalitätsanforderung an *X* ausgeben, und zufriedengeben kann man sich mit ihr auch nicht; aber ohne sie könnten wir jetzt nicht fortfahren.

So habe ich diese dreifache Kritik nur erwähnt, um die Mängel der Idealisierung, die wir uns zur Grundlage machen, wieder in die hinteren Ecken des Bewußtseins abzuschieben. Was wir uns auf dieser unsere Arbeit erleichternden Grundlage überlegen, ist natürlich trotzdem lehrreich, weil von jeder Verbesserung in Rechnung zu stellen.

Wenden wir uns nach dieser Vorrede konkret der qualitativen Beschreibung der epistemischen Einstellungen unseres Subjektes *X* zu, die wir unserer Idealisierung zufolge als eine Beziehung zwischen *X* und Sachverhalten betrachten. Zwei

---

[1] Vgl. dazu Dennett (1982), der ausführlich begründet, daß epistemische Einstellungen weder „propositional“ noch „sentential“, sondern „notional“ sind und sich also weder auf Propositionen noch auf Sätze, sondern auf etwas Subjektives, Dazwischenliegendes beziehen, was er als „notional worlds“, Vorstellungswelten bezeichnet.

Eigenschaften von *X*'s epistemischem Zustand ergeben sich ganz zwanglos:

Erstens dürfen wir annehmen, daß die Menge der von *X* zu einem bestimmten Zeitpunkt geglaubten Sachverhalte gegenüber logischer Folgerung abgeschlossen ist. In unserer Terminologie bedeutet das: Wenn *X* jeden Sachverhalt aus einer Menge $\mathfrak{S} \subseteq \mathfrak{A}$ von Sachverhalten glaubt und für $A \in \mathfrak{A}$ $\bigcap \mathfrak{S} \subseteq A$ gilt, so glaubt *X* auch *A*. Dies ergibt sich aus unserer Annahme, daß *X* die Semantik der Sprache, die die Sachverhalte aus $\mathfrak{A}$ ausdrückt, perfekt beherrscht. Denn wann immer wir geneigt wären zu sagen, daß *X* gewisse Sachverhalte, aber nicht eine logische Folgerung davon glaubt, könnten wir das nur damit erklären, daß *X* (unter anderem) diese logische Folgerungsbeziehung nicht erkannt hat, daß er also nicht der perfekte Semantiker ist, dem man epistemische Beziehungen direkt zu Sachverhalten unterstellen darf. Es ist zu betonen, daß die Kardinalität der Menge $\mathfrak{S}$ hierbei keine Rolle spielt. Der perfekte Semantiker überblickt nicht nur die Folgerungen von endlich vielen Prämissen, er erkennt für beliebig große Mengen $\mathfrak{S}$, welche Sachverhalte der Fall sein müssen, wenn alle Sachverhalte aus $\mathfrak{S}$ der Fall sind.[1]

Zweitens dürfen wir annehmen, daß die Menge der von *X* zu einem bestimmten Zeitpunkt geglaubten Sachverhalte konsistent ist. In unserer Terminologie bedeutet das: Wenn $\mathfrak{L} \subseteq \mathfrak{A}$ die Menge der von *X* geglaubten Sachverhalte ist, so ist $\bigcap \mathfrak{S} \neq \emptyset$. Dies folgt wiederum aus unserer Idealisierung von epistemischen Einstellungen zu Beziehungen gegenüber Sachverhalten. Denn wann immer *X* uns Anlaß gibt, ihm logisch widersprüchliche Überzeugungen zu unterstellen, haben wir gleichzeitig Grund, an seinem semantischen Erkenntnisvermögen zu zweifeln.

Diese zwei Eigenschaften von *X*'s epistemischem Zustand lassen sich in einer dritten zusammenfassen: nämlich daß es genau einen Sachverhalt $C \in \mathfrak{A}$ mit $C \neq \emptyset$ gibt, so daß *X* genau dann $A \in \mathfrak{A}$ glaubt, wenn $C \subseteq A$. Denn wenn $\mathfrak{S}$ die Menge der von *X* geglaubten Sachverhalte ist, so ist $\bigcap \mathfrak{S}$ offenkundig gerade dieses *C*. Nennen wir dann $\bigcap \mathfrak{S}$ das *Total* von *X*'s epistemischem Zustand. Anstatt *X*'s epistemischen Zustand durch die Menge $\mathfrak{S}$ zu erfassen, können wir ihn also genausogut durch einen einzigen Sachverhalt, nämlich sein Total $\bigcap \mathfrak{S}$, charakterisieren.

Damit haben wir beliebige momentane epistemische Zustände von *X* qualitativ charakterisiert. Und auf der allgemeinen Ebene, auf der wir uns hier bewegen, läßt sich auch gar nichts Schärferes sagen; nur spezielle Annahmen über den jeweils gegebenen Einzelfall ermöglichten uns hier Detaillierung. Aber wir können in einer anderen Richtung weiterbohren. Denn so weit war unsere Beschreibung

---

[1] Dies zeigt natürlich, wie idealisierte Subjekte perfekte Semantiker sind.

wiederum rein statisch, und wie im probabilistischen Fall müssen wir prüfen, ob sich unsere Beschreibung dynamisieren läßt, d.h. was wir über den Zusammenhang von *X*'s epistemischen Zuständen zu verschiedenen Zeitpunkten sagen können. Natürlich kann die zeitliche Entwicklung von *X*'s epistemischem Zustand aus den verschiedensten Ursachen heraus die seltsamsten Kapriolen schlagen, und so ist wiederum klar, daß es uns hier nur um *rationale* Änderungen epistemischer Zustände aufgrund von Beobachtungen, Informationen und dergleichen gehen kann:

Sei also *X*'s epistemischer Zustand bezüglich $\mathfrak{A}$ zum Zeitpunkt *t* durch sein Total $C \in \mathfrak{A}$ charakterisiert, und sei $A \in \mathfrak{A}$ die gesamte Information, die *X* zwischen *t* und *t'* erwirbt. Was läßt sich dann über *X*'s epistemischen Zustand zu *t'* sagen, sofern nicht-rationale Einflüsse auf oder in *X* keine Rolle spielen? Machen wir dazu erst einmal die einschränkende Annahme, daß $C \cap A \neq \emptyset$, daß also die neue Information mit dem bisher Geglaubten verträglich ist. Dann erscheinen folgende Aussagen über das Total *C'* des späteren epistemischen Zustandes zu *t'* vernünftig: Einerseits sollte gelten, daß $C' \subseteq C \cap A$. Denn die neue Information *A* nötigt wegen ihrer Verträglichkeit mit *C X* nicht, irgendeine der alten Überzeugungen aufzugeben; d.h. *X* sollte zu *t'* sowohl das alte *C* wie das neue *A* glauben. Andererseits sollte gelten, daß $C \cap A \subseteq C'$. Denn wenn das nicht gälte, so würde *X* zu *t'* einen Sachverhalt *B* glauben, der nicht von seinen alten Überzeugungen und der neuen Information impliziert wird. Doch wo *A* die gesamte neue Information enthalten soll, wäre die Überzeugung, daß *B*, nur als vorwitzig und unbegründet anzusehen. Beides zusammen bedeutet, daß $C' = C \cap A$ sein sollte. Und das heißt wiederum nichts anderes, als daß wir den durch rationale Änderung entstehenden, neuen epistemischen Zustand von *X* relativ zu seinem alten epistemischen Zustand und der neuen Information eindeutig bestimmen können – immer noch vorausgesetzt, daß $C \cap A \neq \emptyset$. Dies ist ein schönes Ergebnis – und so überzeugend, daß ich es noch nirgends bezweifelt gesehen habe; doch ist darauf hinzuweisen, daß die Begründung dafür nicht ganz so stringent war wie etwa die für die statischen Eigenschaften epistemischer Zustände.

So weit haben wir das direkte deterministische Analogon zu der probabilistischen Regel der einfachen Konditionalisierung formuliert. Die Analogie setzt sich fort: Im probabilistischen Fall hatte diese Regel eine Lücke; bezüglich Sachverhalten, die Wahrscheinlichkeit 0 haben, ließ sich nicht konditionalisieren. Die analoge Lücke liegt hier darin, daß wir den Fall, daß $C \cap A = \emptyset$, noch nicht be-

handelt haben. Und hier ist die Lücke viel spürbarer; daß die neue Information den bisherigen Erwartungen zuwiderläuft, ist eine viel gewöhnlichere Begebenheit, als daß die neue Information Wahrscheinlichkeit 0 hat. Deshalb ist es dringlicher – und für die Behandlung kontrafaktischer Aussagen sogar unerläßlich –, hier diese Lücke zu schließen. Das Verfahren dazu ist simpel und nirgends auf Widerspruch gestoßen. Doch es enthält etwas Umstürzlerisches, was meines Erachtens nicht richtig ausgelotet wurde und worauf wir erst im nächsten Abschnitt zurückkommen können. Jetzt fragen wir uns erst einmal:

Wie ließe sich diese Lücke schließen? Das heißt: Was läßt sich über das Total C' von X's neuem epistemischen Zustand aussagen, der aus dem alten Zustand mit dem Total C durch die C widersprechende Information A entsteht? Offenkundig dürfen wir jetzt nicht mehr $C' = C \cap A$ annehmen. Denn das hieße, daß $C' = \varnothing$, d.h. daß X durch die seinen Erwartungen widersprechende Information einen völligen epistemischen Kollaps erlitte und alle Sachverhalte zugleich zu glauben anfinge. Und so dramatisch geht's nie zu.[1] Demnach müssen wir annehmen, daß X einige seiner alten Überzeugungen aufgibt. Welche? Darauf eine allgemeine Antwort zu finden, scheint unmöglich zu sein. Für uns ist es daher am gescheitesten, auf eine Antwort darauf ganz zu verzichten und lediglich die nötigen Minimalannahmen zu machen: nämlich daß X *irgendwelche* alte Überzeugungen aufgibt derart, daß er dann die neue Information zu seinen Überzeugungen hinzufügen kann, ohne inkonsistent zu werden. Damit nehmen wir an, daß $C' \neq \varnothing$ und $C' \subseteq A$, daß also der neue epistemische Zustand die Überzeugung, daß A, enthält und ansonsten wie jeder epistemische Zustand die Eigenschaften der Konsistenz und der Abgeschlossenheit gegenüber logischer Folgerung hat. Schärferes über den neuen Zustand auszusagen, versuchen wir erst gar nicht.

Doch es ist sinnvoll, das bisher Gesagte zusammenzufassen – in einer einzigen mathematischen Entität, die auf einmal alle möglichen rationalen Änderungen der durch ihre Totale charakterisierten epistemischen Zustände durch alle möglichen Informationen erfaßt. Definieren wir dazu:

Definition 5.6: g ist eine *einfache Konditionalfunktion (EKF)* genau dann, wenn g eine Funktion von $\mathfrak{A}$ in $\mathfrak{A}$ ist derart, daß für alle $A, B \in \mathfrak{A}$ gilt:

---

[1] Es ist auch schon begrifflicher Unsinn, jemandem zu unterstellen, er glaube *alle* Sachverhalte. Denn das hieße ja wohl, daß wir gar keine Ahnung mehr haben, welche Überzeugungen er haben mag, daß es uns gänzlich mißlingt, ihn noch als ein epistemisches Subjekt zu behandeln.

(a) $g(A) \subseteq A$,

(b) wenn $A \neq \emptyset$, so $g(A) \neq \emptyset$,

(c) wenn $g(A) \cap B \neq \emptyset$, so $g(A \cap B) = g(A) \cap B$.

Inwiefern Definition 5.6 unsere bisherigen Überlegungen kondensiert, ist klar. Denn eine EKF g läßt sich so auffassen, daß $g(\Omega)$ das Total von X's epistemischem Zustand zu einem Zeitpunkt t angibt und $g(A)$ das Total des epistemischen Zustandes von X, in dem er sich nach Aufnahme der Information A befände. Daß alle diese epistemischen Zustände gegenüber logischer Folgerung abgeschlossen sind, ist in ihrer Charakterisierung durch ihre Totale enthalten. Daß sie konsistent sind, sagt gerade Bedingung (b).[1] Daß X in ihnen die jeweilige Information glaubt, ist Inhalt der Bedingung (a). Bedingung (c) schließlich verallgemeinert unser deterministisches Analogon zur einfachen probabilistischen Konditionalisierung. Selbiges lautete: wenn $g(\Omega) \cap B \neq \emptyset$, so $g(B) = g(\Omega) \cap B$. Und daraus erhalten wir die Bedingung (c), wenn wir in den vorstehenden Überlegungen nicht X's durch $g(\Omega)$ charakterisierten Zustand zu t, sondern allgemein X's durch A informierten und mithin durch $g(A)$ charakterisierten Zustand zum Ausgangspunkt nehmen.

Ein letzter Gedankengang rundet unsere Überlegungen ab. Es liegt zweifelsohne nahe, alle diese möglichen Änderungen von X's Zustand zu t bereits in seinem Zustand zu t angelegt zu sehen. Damit geben wir freilich die bisher aufrechterhaltene Gleichung auf, daß ein epistemischer Zustand etwas durch einen Sachverhalt als seinem Total Charakterisiertes ist. Vielmehr fassen wir nun einen epistemischen Zustand als etwas Komplexeres auf, was durch eine ganze EKF charakterisiert ist. Wir verschaffen uns damit die Möglichkeit, die Regel der einfachen deterministischen Konditionalisierung in voller Allgemeinheit funktional zu formulieren; nun lautet sie nämlich: Wenn X's epistemischer Zustand zu t durch die EKF g gegeben ist und wenn A die gesamte Information ist, die X zwischen t und t' sammelt, so glaubt X B zu t' genau dann, wenn $g(A) \subseteq B$ (sofern X rational ist und sein epistemischer Zustand keinen anderen Einflüssen unterliegt). Und diese Regel ist *lückenlos*; sie gilt für alle Sachverhalte $A \in \mathfrak{A}$.

Nunmehr sind wir in der Lage, den Anschluß an die bekannten Theorien des

[1] Die inkonsistente Information $\emptyset$, die man freilich nie aufnimmt, erzeugt natürlich keinen konsistenten epistemischen Zustand. Nur weil es mir technisch etwas einfacher zu sein scheint, habe ich sie überhaupt in den Definitionsbereich von g aufgenommen.

kontrafaktischen oder des subjunktiven Konditionals herzustellen, in denen in aller Regel etwas zu unseren EKFs formal Verwandtes auftaucht. Dieser Vergleich steht freilich erst dann im rechten Licht, wenn wir uns klarmachen, inwiefern hier und dort von formal verwandten Begriffen unterschiedlicher Gebrauch gemacht wird. Dort, in den bekannten Versionen der Konditionallogik, geht es immer um ein formales Gegenstück zu unseren umgangssprachlichen Wenn-Dann-Konstruktionen oder gar, teils linguistisch motiviert, um eine formale Repräsentation davon. Hier war dieses Interesse nicht erkennbar, und es besteht, wie erwähnt, allenfalls mittelbar. Zur Erläuterung dessen muß ich einiges an Kritischem über die üblichen Theorien sagen:

Die in diesen Theorien wie auch in allen anderen philosophischen Logiken meist verfolgte Strategie besteht darin, Wahrheitsbedingungen für die formal zu erfassenden Konstruktionen und Sätze zu formulieren. Mit einer solchen Wahrheitssemantik lassen sich dann die Begriffe der Wahrheit in einem Modell, der logischen Wahrheit und der logischen Folgerung, wie gewünscht, einwandfrei definieren. Damit verknüpft ist der Anspruch, daß das so formal Erfaßte in einer, vage ausgedrückt, Verwandtschaftsbeziehung zu umgangssprachlichen Konstruktionen und Sätzen steht, die als Übersetzung, Explikation, logische Rekonstruktion und Ähnliches mehr beschrieben wird und deren Charakter aber immer mehr oder weniger im Dunkeln bleibt. Voraussetzung dieser wahrheitssemantischen Strategie ist natürlich, daß man es mit wahrheitswertfähigen Sätzen zu tun hat. Doch muß man nicht viel Phantasie aufbringen, um diese Voraussetzung verletzt zu finden. Schon bei den grammatisch gleichartigen Sätzen „dieses Bild ist schön“, „dieses Bild ist im wesentlichen gelungen“ und „dieses Bild ist viereckig“, „dieses Bild ist vorwiegend blau“ ist es so, daß die ersten zwei von zweifelhafterer Wahrheitswertfähigkeit sind als die letzten zwei. Indem ich das sage, habe ich keine ausgetüftelte Wahrheitstheorie im Hinterkopf, sondern allenfalls eine ganz naive Korrespondenzvorstellung: daß ein Satz genau dann wahr ist, wenn die Welt so beschaffen ist, wie er es sagt. Und bei den ersten zwei Sätzen hat man eben viel eher als bei den letzten zwei den Eindruck, daß sie nicht bloß – zutreffend oder unzutreffend – jenes Bild beschreiben, sondern auch etwas über die Beziehung desjenigen, der sie äußert, zu jenem Bild ausdrücken. Um ein gravierenderes Problem zu nennen: die ganze Dimension der illokutionären Rolle von sprachlichen Äußerungen und auch Sätzen wird von der wahrheitssemanti-

schen Strategie prinzipiell ausgeblendet.[1] Auch mit der Wahrheitswertfähigkeit subjunktiver und insbesondere kontrafaktischer Aussagen tut man sich sehr schwer. Selbst bei kontrafaktischen Aussagen wie etwa „wenn ich gerade nicht das Pedal getreten hätte, hätte mein Auto nicht gebremst", die sich allgemeiner Zustimmung erfreuen, ist es durchaus dunkel, welche Tatsachen ihnen im Sinne obiger naiver Korrespondenzvorstellung entsprechen sollen. Und gegenüber der Frage, wie die Welt wohl aussehen würde, wenn Kennedy nicht erschossen worden wäre, ist man nicht bloß deswegen hilflos, weil es so diffizil wäre, das herauszufinden, sondern deswegen, weil man gar nicht mehr richtig weiß, wann mögliche Antworten als wahr oder falsch gelten sollen. Einige wenige haben sich deshalb hier von der wahrheitssemantischen Strategie abgewandt.[2] Angesichts der so offensichtlichen Beschränktheit dieser Strategie kann man sich jedoch nur wundern, mit welcher Obstinatheit sie insgesamt immer noch verfolgt wird.

Diejenigen, die das ähnlich sehen, neigen dann dazu, statt nach den Wahrheitsbedingungen nach den Bedingungen rationaler Akzeptierbarkeit oder begründeter Behauptbarkeit von Sätzen zu fragen.[3] So ausgedrückt, scheint mir dieses Programm aber nur ein halbherziger Schritt in die richtige Richtung zu sein; sein Kontrast zur wahrheitssemantischen Strategie ist nicht sehr deutlich. Denn Akzeptieren bzw. Behaupten heißt typischerweise Als-wahr-Akzeptieren bzw. Als-wahr-Behaupten; und so entspricht der intuitiven Meinung, daß etwa „dieses Bild ist viereckig" und „dieses Bild ist schön" von unterschiedlicher Wahrheitswertfähigkeit sind – welche die wahrheitssemantische Strategie schlecht nachvollziehen kann –, die intuitive Meinung, daß die Akzeptation von „dieses Bild ist viereckig" ein andersartiger psychischer Vorgang oder Zustand ist als die Akzeptation von „dieses Bild ist schön" – welche in diesem neuen Programm schlecht Berücksichtigung finden kann. In paralleler Weise eingeschränkt sind die Anwendungsmöglichkeiten dieses Programms; Fragen, Bitten, explizit performative Äußerungen etc. sind genausowenig akzeptierbar oder behauptbar, wie sie wahrheitsfähig sind. Es weist dennoch den richtigen Weg, da es sich gerade hinsichtlich Konditionalaussagen von der wahrheitssemantischen Strategie deutlich absetzt und dort einen

---

[1] Natürlich gibt es Versuche, illokutionäre Rollen in das Prokrustesbett einer Wahrheitssemantik zu zwängen, wie etwa Lewis (1972). Diese sind aber, gelinde gesagt, seltsam.

[2] Am ausdrücklichsten hat dies Ellis (1979) getan. Seiner viel ausführlicheren und detaillierteren Kritik an der Wahrheitssemantik kann ich hier nur beipflichten.

[3] So etwa Ellis (1979), Abschn. II.2, Gärdenfors (1979, 1981) und Putnam (1983), S. 62. Damit verwandt ist auch Mackie (1973), Kap. 3, § 9.

Charakter annimmt, der in der folgenden Strategie besser zum Ausdruck kommt.

Es gibt nämlich noch eine dritte Strategie, die meines Erachtens ganz allgemein anwendbar und jedenfalls nicht so beschränkt ist. Diese besteht darin, nicht nach den Wahrheits- und auch nicht nach den Behauptbarkeits- oder Akzeptabilitätsbedingungen von Sätzen zu fragen, sondern danach, was, d.h. welchen inneren Zustand jemand, der eine Äußerung tut, damit ausdrückt. So formuliert, ist diese Strategie zunächst nur auf die Semantik von Äußerungen gerichtet; doch kann man von da aus zur Semantik von Sätzen fortschreiten, insoweit die verschiedenen Äußerungen eines Satzes in der Regel das gleiche ausdrücken.[1] Die Chancen dieser ausdruckssemantischen Strategie, wie ich sie hier nennen will, allgemein zu erörtern und ihre Überlegenheit zu begründen, würde uns nun viel zu weit in die Sprachphilosophie wegführen.[2] Mir kommt es im Moment nur auf den folgenden Punkt an:

Wenn man dieser Strategie folgen will, so muß man sagen, welche inneren Zustände es sind, die Ausdruck finden können. Das sind sehr häufig epistemische Zustände. Wenn etwa jemand etwas behauptet oder über etwas informiert, so drückt er damit aus, daß er glaubt, was er sagt. Ich vermute nun, daß es gerade die komplexeren konditionalen, durch unsere EKFs beschriebenen epistemischen Zustände sind, die in Wenn-Dann-Aussagen zum Ausdruck kommen. Ich vermute des weiteren, daß unsere EKFs auch hinreichen, um die in Wenn-Dann-Aussagen zum Ausdruck kommenden epistemischen Zustände zu beschreiben. Diese Behauptung ist freilich nicht so stark, wie sie scheinen mag. Sie läßt ja noch ganz offen, *welche* epistemischen Einstellungen in Wenn-Dann-Aussagen zum Ausdruck kommen; sie sagt nur, daß diese mit EKFs beschreibbar sind. Es wäre zum Beispiel ganz voreilig, die folgende These zu vertreten: Wenn *X* „wenn *A* der Fall wäre, wäre auch *B* der Fall“ äußert und wenn die EKF *g X*'s epistemischen Zustand zum Zeitpunkt der Äußerung repräsentiert, so drückt *X* damit aus, daß $g(A) \subseteq B$. Diese These trifft nur auf manche wenige Konditionalaussagen zu. Ein Beispiel von Adams (1970) macht das klarer. Ich wage hier die folgenden zwei Behauptungen:

---

[1] Das ist nur eine ganz grobe Aussage. Das Verhältnis von Äußerungen und Sätzen ist viel zu kompliziert und für uns zu nebensächlich, als daß es sich lohnte, darauf näher einzugehen.

[2] Diese Strategie ist als Gricesches Programm wohlbekannt; und ihre sorgfältigsten Ausarbeitungen dürfte sie in Schiffer (1972), Bennett (1976) und Loar (1982) erfahren haben.

„Wenn Oswald nicht auf Kennedy geschossen hat, dann war es jemand anders."
„Wenn Oswald nicht auf Kennedy geschossen hätte, dann wäre Kennedy damals nicht gestorben."

Diese beiden Äußerungen sind sehr wohl miteinander verträglich. Der ersten wird die eben formulierte These sogar gerecht. Denn wenn ich glaubwürdig darüber informiert würde, daß Oswald doch nicht, wie ich bisher angenommen habe, auf Kennedy geschossen hat, so würde ich trotzdem keinen Zweifel daran hegen, daß Kennedy erschossen worden ist; ich würde glauben, daß jemand anders es getan hat. Dies bedeutet gleichzeitig, daß diese These auf die zweite Äußerung nicht zutreffen kann. Ich habe nicht nachgeprüft, ob diese These für alle indikativistischen Konditionalaussagen gilt. Aber ich nehme an, daß sie für alle kausalen Wenn-Dann-Aussagen *nicht* gilt; dies wird jedenfalls das Ergebnis unserer Kausalitätstheorie sein.

Ich will mich nun nicht weiter in die sehr komplizierte Beziehung zwischen Äußerungen und inneren Zuständen vertiefen.[1] Doch dürfte mittlerweile klar geworden sein, inwiefern in der wahrheits- und in der ausdruckssemantischen Strategie formale Begriffe wie EKFs und Ähnliches unterschiedlich angewandt werden. Im Rahmen der wahrheitssemantischen Strategie werden sie verwandt, um damit direkt die Wahrheitsbedingungen von (bestimmten Typen von) Konditionalaussagen zu formulieren. Ich hingegen sehe mit den EKFs nur den psychologischen Teil der ausdruckssemantischen Strategie als erledigt, der die relevanten inneren Zustände beschreibt; deren Beziehung zu Äußerungen und Sätzen ist dann noch ein reiches, offenes und recht kompliziertes Arbeitsfeld für den Konditionallogiker.[2]

Nachdem dieser Unterschied klargestellt ist, können wir uns nun auf einen etwas genaueren Vergleich zwischen EKFs und anderen, in der Konditionallogik benutzten formalen Be-griffen einlassen, die natürlich trotzdem verwandt sind. So

---

[1] Bezüglich kausaler Wenn-Dann-Aussagen tun wir's ja noch ausführlich; zumindest läßt sich das Spätere so betrachten. Siehe S. 221f.

[2] Meine Vermutung, dass die EKFs den psychologischen Teil erschöpfen, ließe sich natürlich nur durch gründliche Untersuchung dieses Arbeitsfeldes als richtig erweisen. Außerdem kann sie nur unter den in diesem Abschnitt geschilderten idealisierenden Annahmen richtig sein. Wenn sie aber richtig ist, so bringt die ausdruckssemantische viel eher als die wahrheitssemantische Strategie die verschiedenen Konditionalformen und die diffusen Begleitphänomene, wie ich sie auf S. 47ff. etwas geschildert habe, unter einen Hut.

ist unschwer zu erkennen, daß unsere EKFs eine Spezialisierung von Nutes „class selection functions“ sind[1] und daß sie zum Beispiel fast dasselbe sind wie Lewis' „selection functions“[2] oder die Funktion *g*, die in den konditionallogischen und den bedingt-epistemologischen Interpretationen von Kutscheras auftaucht.[3] Besonders augenfällig ist mein Bezug zu und meine Gleichgesinntheit mit Gärdenfors (1979). Unsere EKFs stimmen bestens mit seiner Funktion *F* aus seinen „belief models“ überein,[4] und insbesondere hat Gärdenfors mit seinen Arbeiten (1979) und (1981) meines Erachtens am klarsten und ausdrücklichsten eine Theorie der Änderungen epistemischer Zustände zur Grundlage der Konditionallogik gemacht.[5]

Nicht so bloß verweisend möchte ich zuletzt auf die Ähnlichkeitssemantik von Lewis (1973a) eingehen, deren Prominenz ziemlich jeden Autor zu einem Vergleich genötigt hat. Dazu werden wir ein kleines Äquivalenztheorem formulieren, wie es anderswo schon gründlicher dargelegt wurde.[6] Daran will ich aber vor allem demonstrieren, daß die kleinen formalen Abweichungen der Ähnlichkeitssemantik von unseren EKFs -– es sind im wesentlichen drei – von dem hier erläuterten Verständnis her nicht nachvollziehbar sind.

Für diesen Vergleich (und auch für den nächsten Abschnitt) ist es nützlich, unseren EKFs ein etwas anderes formales Gewand zu geben:

Definition 5.7: Die Folge $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ ist eine *wohlgeordnete Zerlegung*[7] genau dann, wenn für alle $\alpha, \beta < \zeta$ gilt: $E_\alpha \in \mathfrak{U}$; $E_\alpha \neq \emptyset$; $E_\alpha \cap E_\beta = \emptyset$, sofern $\alpha \neq \beta$;

---

[1] Vgl. Nute (1980), S. 20f. und S. 57f.

[2] Vgl. Lewis (1973a), S. 58.

[3] Vgl. Kutschera (1976), S. 56 und S. 101.

[4] Vgl. Gärdenfors (1979), S. 389. Diese Übereinstimmung wird dann offenbar, wenn man seine Bedingungen (C6), S. 390, und (C10a) und (C10b), S. 393, betrachtet und beachtet, dass seine Bedingungen (C7)–(C9), S. 390–392, von (C6), (C10a) und (C10b) impliziert werden.

[5] Ich unterscheide mich nur darin von ihm, daß er von der psychologischen Theorie der Überzeugungsänderungen direkt zur Semantik von Konditionalaussagen fortschreitet, während ich mich über diesen Schritt oben nur sehr vorsichtig ausgelassen habe. Dieser Unterschied rührt sicherlich auch daher, daß Gärdenfors seiner Suche nach Akzeptabilitätsbedingungen von Konditionalaussagen nicht explizit unsere ausdruckssemantische Strategie zugrunde legt.

[6] Vgl. etwa Lewis (1973a), S. 58f., Kutschera (1976), Abschnitt 3.4, und Gärdenfors (1979), S. 393–395.

[7] α, β, γ, ζ etc. verwende ich im weiteren als Variablen für Ordinalzahlen. Wer mit den Ordinalzahlen nicht vertraut ist, darf auch so tun, als ging es um natürliche Zahlen statt um Ordinalzahlen, und kann daher α, β, etc. auch als Variablen für natürliche Zahlen (einschließlich der Null) lesen; das Verständnis des Weiteren wird dadurch nicht entscheidend beeinträchtigt.

und $\bigcup_{\alpha<\zeta} E_\alpha = \Omega$.

Definition 5.8: Die wohlgeordnete Zerlegung $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ *erzeugt* die EKF g genau dann, wenn für alle $A \in \mathfrak{A}$ mit $A \neq \emptyset$ gilt: $g(A) = E_\beta \cap A$, wobei $\beta = \min\{a \mid E_\alpha \cap A \neq \emptyset\}$.

Satz 5.9: Jede EKF wird von genau einer wohlgeordneten Zerlegung erzeugt, und jede wohlgeordnete Zerlegung erzeugt genau eine EKF.

Beweis: Sei erstens g eine EKF. Sei dann für alle Ordinalzahlen β durch transfinite Rekursion definiert: $E_\beta = g(\Omega \setminus \bigcup_{\alpha<\beta} E_\alpha)$. Sei ζ das kleinste α, für das $E_\alpha = \emptyset$. Daß dann $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ eine wohlgeordnete Zerlegung ist, ist trivial. Sie erzeugt auch g: Denn sei für $A \in \mathfrak{A}$ mit $A \neq \emptyset$ $\beta = \min\{\alpha \mid E_\alpha \cap A \neq \emptyset\}$. Dann ist $g(A) = g((\Omega \setminus \bigcup_{\alpha<\beta} E_\alpha) \cap A) = g(\Omega \setminus \bigcup_{\alpha<\beta} E_\alpha) \cap A = E_\beta \cap A$ unter Zuhilfenahme von Eigenschaft (c) von Definition 5.6. Wo $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ durch g definiert war, ist es schließlich trivial, daß $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ die einzige wohlgeordnete Zerlegung ist, die g erzeugt.

Sei zweitens $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ eine wohlgeordnete Zerlegung und die Funktion g von $\mathfrak{A}$ in $\mathfrak{A}$ dadurch definiert, daß $g(\emptyset) = \emptyset$ und für alle $A \in \mathfrak{A}$ mit $A \neq \emptyset$ $g(A)$ wie in Definition 5.8. Offenkundig erfüllt dann g die Bedingungen (a) und (b) von Definition 5.6. Gelte ferner für $A, B \in \mathfrak{A}$ $g(A) \cap B \neq \emptyset$. Das heißt, daß $E_\beta \cap A \cap B \neq \emptyset$, wobei $\beta = \min\{\alpha \mid E_\alpha \cap A \neq \emptyset\}$. Also gilt auch $\beta = \min\{\alpha \mid E_\alpha \cap A \cap B \neq \emptyset\}$. Daraus folgt $g(A \cap B) = g(A) \cap B$. Mithin erfüllt g auch die Bedingung (c) von Definition 5.6. Trivial ist schließlich die Tatsache, daß g die einzige von $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ erzeugte EKF ist. Q.e.d.

Wohlgeordnete Zerlegungen und EKFs stehen also in eineindeutiger Entsprechung zueinander; statt von den einen können wir ebenso von den andern reden. Wohlgeordnete Zerlegungen sind wie die EKFs intuitiv leicht zugänglich. Daß eine solche Zerlegung $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ den epistemischen Zustand von X bezüglich $\mathfrak{A}$ charakterisiert, läßt sich so lesen, daß E_0 die für X plausibelsten möglichen Verläufe aus Ω enthält, E_1 die für X zweitplausibelsten, E_2 die für X drittplausibelsten, und so weiter; und über den Sachverhalt A informiert, glaubt X dann gerade, daß einer der plausibelsten Verläufe aus A vorliegt; d.h. er glaubt dann B genau dann, wenn $E_\beta \cap A \subseteq B$, worin wieder $\beta = \min\{\alpha \mid E_\alpha \cap A \neq \emptyset\}$.

Wohlgeordnete Zerlegungen lassen sich nun direkt mit Lewis' Ähnlichkeits-

semantik vergleichen, welche von der folgenden Struktur ausgeht:

Definition 5.10: $\mathfrak{T} = (\mathfrak{T}_\omega)_{\omega \in \Omega}$ ist eine *Ähnlichkeitsstruktur* genau dann, wenn für jedes $\omega \in \Omega$ $\mathfrak{T}_\omega$ eine nicht-leere Teilmenge von $\mathfrak{A}$ ist, so daß gilt:
(a) $\mathfrak{T}_\omega$ ist bezüglich $\subseteq$ total geordnet, d.h. für alle $A, B \in \mathfrak{T}_\omega$ ist $A \subseteq B$ oder $B \subseteq A$,
(b) $\bigcap \mathfrak{T}_\omega \neq \varnothing$
(c) wenn $\varnothing \neq \mathfrak{L} \subseteq \mathfrak{T}_\omega$, so $\bigcap \mathfrak{L} \in \mathfrak{T}_\omega$ und $\bigcup \mathfrak{L} \in \mathfrak{T}_\omega$.
$\mathfrak{T}$ heißt *schwach zentriert* genau dann, wenn für alle $\omega \in \Omega$ $\omega \in \bigcap \mathfrak{T}_\omega$;
$\mathfrak{T}$ heißt *zentriert* genau dann, wenn für alle $\omega \in \Omega$ $\{\omega\} \in \mathfrak{T}_\omega$;
$\mathfrak{T}$ heißt *universell* genau dann, wenn für alle $\omega \in \Omega$ $\bigcup \mathfrak{T}_\omega = \Omega$; und $\mathfrak{T}$ heißt *wohlgeordnet* genau dann, wenn für alle $\omega \in \Omega$ $\mathfrak{T}_\omega$ bezüglich $\subseteq$ sogar wohlgeordnet ist.

Lewis verwendet seine Ähnlichkeitsstrukturen zur Formulierung von Wahrheitsbedingungen für Konditionalaussagen: Für $A, B \in \mathfrak{A}$ heißt der Satz „wenn A der Fall wäre, wäre B der Fall" *wahr im Verlauf* $\omega \in \Omega$ nach Maßgabe der Ähnlichkeitsstruktur $\mathfrak{T}$ genau dann, wenn $A \cap \bigcup \mathfrak{T}_\omega = \varnothing$ oder wenn es ein $C \in \mathfrak{T}_\omega$ gibt, so daß $\varnothing \neq C \cap A \subset B$.[1] Ist die Ähnlichkeitsstruktur $\mathfrak{T}$ dabei universell und wohlgeordnet, so reduziert sich das darauf, daß dieser Satz genau dann in ω wahr ist, wenn $A = \varnothing$ oder $C \cap A \subseteq B$, worin C die kleinste Menge D aus $\mathfrak{T}_\omega$ ist, für die $D \cap A \neq \varnothing$. Die entsprechende Formulierung hatten wir vorhin verwandt, um zu sagen, wann ein durch eine bestimmte wohlgeordnete Zerlegung charakterisiertes epistemisches Subjekt mit der Information A auch B glaubt.

Lewis' „offizielle" Konditionallogik basiert allerdings auf zentrierten (und damit a fortiori schwach zentrierten) Ähnlichkeitsstrukturen. Die Bedingung der Universalität schätzt er nicht, auch wenn er sie nicht verwirft; die Bedingung der Wohlgeordnetheit hingegen, die (fast) dasselbe besagt wie seine „Limit Assumption", lehnt er explizit ab.[2] Doch benötigen wir gerade diese zwei Bedingungen zum Vergleich mit wohlgeordneten Zerlegungen:

---

[1] Bei Lewis bezieht sich die Wahrheitsbedingung, genaugenommen, auf Sätze einer zu interpretierenden formalen Sprache. Wir haben diese formale Sprache einfachheitshalber aus dem Spiel gelassen; und davon abgesehen, ist dies eine getreue Übersetzung der Wahrheitsbedingung von Lewis (1973a), S. 16.

[2] Vgl. Lewis (1973a), Abschn. 1.4 und 1.5.

Satz 5.11: $\mathcal{T} = (\mathcal{T}_\omega)_{\omega \in \Omega}$ ist genau dann eine universelle, wohlgeordnete Ähnlichkeitsstruktur, wenn es für jedes $\omega \in \Omega$ eine wohlgeordnete Zerlegung $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ gibt, so daß $\mathcal{T}_\omega = \{ \bigcup_{\alpha<\beta} E_\alpha \mid 0 < \beta \leq \zeta \}$.

Beide Richtungen des Satzes sind zu offenkundig, um im Beweise vorgeführt werden zu müssen. Er zeigt genau drei Punkte, in denen Ähnlichkeitsstrukturen von wohlgeordneten Zerlegungen abweichen. Eine Ähnlichkeitsstruktur $(\mathcal{T}_\omega)_{\omega \in \Omega}$ muss gerade zwei spezielle Bedingungen, nämlich die der Wohlgeordnetheit und die der Universalität, erfüllen, damit dann drittens für *jedes* $\omega \in \Omega$ $\mathcal{T}_\omega$ in eineindeutiger Weise einer wohlgeordneten Zerlegung entspricht. Von unserer epistemischen Interpretation her können wir jedoch, wie zum Abschluß dieses Abschnitts ausgeführt sei, diese Abweichungen nicht mitmachen. Für jedes $\omega \in \Omega$ eine wohlgeordnete Zerlegung anzunehmen, ist für uns des Guten zuviel; dafür können wir auf die Bedingung der Wohlgeordnetheit und die der Universalität nicht verzichten:

Die Bedingung der Wohlgeordnetheit aufzugeben, hieße – wie anderswo dargelegt[1] –, das sogenannte „Generalized Consequence Principle“ zu verwerfen, welches epistemisch interpretiert folgendes besagt: Wenn unser *X* jedes $B \in \mathcal{B}$ unter der Bedingung *A* glauben würde – wobei $\mathcal{B}$ eine endliche *oder* unendliche Teilmenge von $\mathfrak{A}$ ist – und wenn *C* aus $\mathcal{B}$ logisch folgt, so würde *X* auch *C* unter der Bedingung *A* glauben. Aber genau dieses Prinzip hatten wir auf S. 156f. akzeptiert – als eine Konsequenz der für uns unumgänglichen Idealisierung, epistemische Einstellungen als Einstellungen direkt zu Sachverhalten aufzufassen.

Ebenso können wir die Bedingung der Universalität schlecht fallen lassen. Lewis verzichtet auf sie, um in seiner Konditionallogik auch gleich eine Modallogik unterbringen zu können, die nicht darauf festgelegt ist, nur die logischen Modalitäten zu behandeln. Unser Interesse ist das nicht. Wir würden mit dem Verzicht auf diese Bedingung – also darauf, daß für eine wohlgeordnete Zerlegung $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ immer $\bigcup_{\alpha<\zeta} E_\alpha = \Omega$ zu gelten hat – zulassen, daß unser *X* auch aufgrund nicht logisch unmöglicher Informationen den auf S. 159 geschilderten, totalen epistemischen Kollaps erlitte und alles zu glauben anfinge; und das halte ich nicht für wünschenswert.

---

[1] Etwa in Gärdenfors (1981), S. 208, Lewis (1981), S. 228ff., und Pollock (1981), S. 252ff.

Schließlich hat es für uns gar keinen Sinn, für jeden Verlauf $\omega \in \Omega$ eine gesonderte wohlgeordnete Zerlegung anzunehmen. Bei Lewis wie bei allen anderen dient das dazu, auch geschachtelte oder iterierte Konditionalaussagen semantisch zu erfassen.[1] Und mit iterierten Konditionalaussagen hat man es automatisch zu tun, wenn man in der Syntax das Konditional als eine Satzverknüpfung zwischen beliebigen (eventuell schon mit dem Konditional gebildeten) Sätzen behandelt. Mir scheint, daß hier einfach der syntaktische Gaul mit dem semantischen Reiter durchgeht – wie übrigens auch bei Iterationen in anderen philosophischen Logiken wie etwa der deontischen oder der epistemischen. Ich meine damit nicht, daß solche Iterationen prinzipiell sinnlos wären; aber ich denke, daß die Aufgabe, ihnen Sinn zu verleihen, viel schwieriger und viel sorgfältiger zu bedenken ist, als daß sie so einfach übers Knie gebrochen werden könnte. Jedenfalls taucht im Rahmen unserer psychologischen Interpretation die Notwendigkeit zu solchen Iterationen nicht auf, und es ist vorderhand überhaupt nicht zu sehen, welchen Sinn sie da haben könnten. Daher werden mir in diesem Punkt auch die zitierten Arbeiten von Ellis und Gärdenfors unverständlich, die in ihrem direkten und, wie ich meine, vorschnellen Übergang vom Psychologischen zum Semantischen diese Iteriererei mitmachen und damit ihren epistemischen Ansatz gleich wieder verraten. –

Weiter will ich hier den Vergleich unserer EKFs mit der konditionallogischen Szene nicht treiben. Trotz der eben geführten Dispute – und ihre Geringfügigkeit zeigt es gerade – dürfte klar geworden sein, daß die EKFs in dieser Szene ganz zu Hause sind. Der einzige wesentliche Unterschied liegt in unserer bloß psychologischen und nicht gleich semantischen Verwendung der EKFs. Und gerade dieser Unterschied zwingt uns nun, auch diese Szene zu verlassen – nachdem wir die in den Wissenschaften übliche Konzeption deterministischer Prozesse gleich zu Beginn hinter uns gelassen haben. Im nächsten Abschnitt müssen wir nämlich die EKFs in einem kleinen, aber wesentlichen Punkt korrigieren, der für eine direkte semantische Verwendung von EKFs gar keinen Unterschied macht und daher nur bei einer psychologischen Betrachtungsweise erkennbar werden kann.

---

[1] Denn es ermöglicht zu sagen, daß auch der Satz „wenn *A* der Fall wäre, wäre *B* der Fall“ einen Sachverhalt ausdrückt, nämlich den Sachverhalt, der aus all den Verläufen besteht, in denen dieser Satz wahr ist.

5.3 Eine verbesserte Grundlage für die Theorie des Konditionals

In unserer Behandlung des Falls, in dem die neue Information den alten Überzeugungen unseres Subjektes *X* zuwiderläuft (S. 159), sei, so sagte ich, etwas Umstürzlerisches geschehen. In der Tat: Damit auch in diesem Fall die neuen Überzeugungen durch den alten epistemischen Zustand und die gegebene Information gemäß der Regel der einfachen deterministischen Konditionalisierung eindeutig bestimmt sind, sahen wir uns genötigt, den Begriff des epistemischen Zustands zu komplizieren. Vorher reichte es völlig hin, einen epistemischen Zustand durch sein Total zu charakterisieren; danach müßten wir einen epistemischen Zustand durch eine ganze EKF repräsentieren. Damit jedoch konterkarierten wir unversehens unsere gesamte dynamische Fragestellung. Diese lautete auf S. 158: Was können wir über rationale Änderungen epistemischer Zustände aufgrund von Beobachtungen, Informationen und dergleichen aussagen? Darin verstanden wir epistemische Zustände noch im einfachen Sinn als Totale. Wenn wir sie nun aber in einem komplizierteren Sinne als EKFs verstehen, dann dürfen wir nicht mehr, wie wir es bisher getan haben, *X*'s ursprünglichen epistemischen Zustand im komplizierten Sinn und *X*'s durch Informationen veränderten epistemischen Zustand immer noch im einfachen Sinn auffassen. Vielmehr müssen wir sagen, welche EKF *g*' den epistemischen Zustand von *X* zum Zeitpunkt *t*' repräsentiert, wenn er zum Zeitpunkt *t* durch die EKF *g* charakterisiert ist und zwischenzeitlich die Information *A* erhält. Genau darum wollen wir uns im folgenden bemühen.

Plausible Antworten auf diese Frage findet man eher, wenn man von EKFs zu wohlgeordneten Zerlegungen übergeht. Dann lautet unsere Frage: Sei *X* zu *t* durch die wohlgeordnete Zerlegung $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ charakterisiert, und sei $A \in \mathfrak{U}$ die gesamte Information, die *X* zwischen *t* und *t*' sammelt; was läßt sich dann über die wohlgeordnete Zerlegung $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$, sagen, die *X* zu *t*' charakterisiert?

Eine erste Antwort wird durch die folgende Überlegung nahegelegt: Wenn *X* die Information *A* erhält und auch akzeptiert – was wir ja immer vorausgesetzt haben –, so scheint es für *X* vernünftig zu sein, daß er daraufhin die möglichen Verläufe ω, in denen *A* gilt, d.h. für die $\omega \in A$, für plausibler hält als die Verläufe, in denen $\overline{A}$ gilt. Ferner scheint es für *X* vernünftig zu sein, daß er ansonsten nichts an seiner durch $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ gegebenen Plausibilitätsordnung ändert, daß also gilt: wenn die Verläufe ω und ω' beide aus *A* oder beide aus $\overline{A}$ und wenn ω ge-

mäß $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$, für X plausibler ist als ω', so ist ω auch gemäß $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta}$, für X plausibler als ω'. Dies erscheint vernünftig, weil die Information A nichts Neues über das Verhältnis zwischen ω und ω' enthält. Diese Gedanken führen zu einem präzisen Vorschlag, zu dessen Formulierung wir eine Hilfsdefinition benötigen:

Definition 5.12: Sei $(C_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ eine Folge irgendwelcher Mengen. Sei die Funktion ρ dadurch rekursiv definiert, daß $\rho(\gamma) = \min\{\alpha \mid C_\alpha \neq \emptyset$ und für alle $\beta < \gamma$ ist $\alpha > \rho(\beta)\}$. Sei $\{\beta \mid \beta < \eta\}$ der Definitionsbereich von ρ. Dann heiße die Folge $(C_{\rho(\beta)})_{\beta<\eta}$ *die ∅-Bereinigung von* $(C_\alpha)_{\alpha<\zeta}$.

Die ∅-Bereinigung von $(C_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ entsteht aus $(C_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ also einfach dadurch, daß man aus $(C_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ alle leeren Glieder herausstreicht und die Numerierung der verbleibenden Glieder entsprechend ändert. Unser *erster Vorschlag* bezüglich der Beschaffenheit von $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$ ist dann so zu präzisieren:

(5.1) Sei für $\alpha < \zeta$ $F_\alpha = E_\alpha \cap A$ und $F_{\zeta+\alpha} = E_\alpha \setminus A$. Dann ist $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta+\zeta'}$ die ∅-Bereinigung der Folge $(F_\alpha)_{\alpha<\zeta+\zeta}$.

Gemäß $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$ sind dann gerade, wie gewünscht, alle $\omega \in A$ plausibler als alle $\omega' \in \overline{A}$, während innerhalb A bzw. $\overline{A}$ die durch $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ gegebene Plausibilitätsordnung unangetastet bleibt. Natürlich ist $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$ wieder eine wohlgeordnete Zerlegung. Und es ist klar, daß die Folge $(F_\alpha)_{\alpha<\zeta+\zeta}$ im allgemeinen keine wohlgeordnete Zerlegung ist und daher ∅-bereinigt werden muß.

So anziehend dieser Vorschlag auf den ersten Blick ist, so zweifelhaft ist er bei näherem Hinsehen. Drei Gründe sprechen gegen ihn, die genau zu verstehen für das Weitere wesentlich ist. Die ersten zwei laufen darauf hinaus, daß gemäß (5.1) keine deterministische Entsprechung zu den probabilistischen Korollaren 5.3 und 5.5 zu finden ist:[1]

So ist erstens zu konstatieren, daß epistemische Änderungen gemäß (5.1) nicht reversibel sind. Das bedeutet, daß gemäß (5.1) keine Möglichkeit besteht, die Information A für null und nichtig zu erklären oder sie als bloßen Irrtum oder reines Mißverständnis hinzustellen; und das ist unschön. Der formale Grund dafür ist, daß es im allgemeinen unmöglich ist, aus $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$ das ursprüngliche $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ irgendwie wieder zu rekonstruieren. Dies liegt wiederum daran, daß aus dem ∅-

[1] S. S. 147 und S. 149.

bereinigten $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$ die nicht bereinigte Folge $(F_\alpha)_{\alpha<\zeta+\zeta}$ nicht rückerschlossen werden kann. Insbesondere ist es also nicht möglich, $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$ durch eine Änderung von der Form (5.1) wieder in $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ zurückzuverwandeln.[1]

Der zweite Grund wiegt schon schwerer. Gemäß (5.1) sind epistemische Änderungen davon abhängig, in welcher Reihenfolge Informationen aufgenommen werden. Wenn X seinen epistemischen Zustand $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ durch die Information A gemäß (5.1) ändert und den daraus resultierenden Zustand durch die Information B, so entsteht eine Plausibilitätsordnung, in der alle $\omega_1 \in A \cap B$ vor allen $\omega_2 \in \overline{A} \cap B$, diese wiederum vor allen $\omega_3 \in A \cap \overline{B}$ und diese schließlich vor allen $\omega_4 \in \overline{A} \cap \overline{B}$ rangieren. Ändert X hingegen seinen Zustand erst durch die Information B und dann durch die Information A, so resultiert gemäß (5.1) eine Plausibilitätsordnung, in der alle $\omega_1 \in A \cap B$ vor allen $\omega_3 \in A \cap \overline{B}$, diese vor allen $\omega_2 \in \overline{A} \cap B$ und diese vor allen $\omega_4 \in \overline{A} \cap \overline{B}$ stehen. Ändert X schließlich seinen Zustand auf einen Schlag durch die Information $A \cap B$, so rangieren in der neuen Ordnung alle $\omega_1 \in A \cap B$ vor allen $\omega \in \overline{A} \cup \overline{B}$, welche in ihrer alten Ordnung belassen werden. Mithin erzeugt unser Vorschlag (5.1) hier für die drei verschiedenen Reihenfolgen der Informationen A und B drei verschiedene epistemische Änderungen.

Das ist nicht total unerwünscht. Denn die Unabhängigkeit epistemischer Änderungen von der Reihenfolge der Informationen ist sicherlich nicht in jedem Fall zu erwarten. Wenn etwa die Information B die Information A in einem intuitiven Sinne korrigiert (was auch dann der Fall sein kann, wenn B dem A nicht logisch widerspricht), so ist eine solche Unabhängigkeit nicht plausibel. Akzeptiert man B nach A, so wird man an A nicht mehr unbedingt festhalten; akzeptiert man umgekehrt A nach B, so wird das spätere A das frühere B in Zweifel ziehen. Für diesen Fall ist also die Reihenfolge der Information wesentlich.[2] Der üblichere Fall wird freilich der sein, daß die erhaltenen Informationen sich schlicht akkumulieren,

---

[1] Dieses Argument kann man nicht mit dem Hinweis darauf abtun, daß die Reversibilität epistemischer Änderungen im probabilistischen Fall erst bei der Regel der verallgemeinerten Konditionalisierung gegeben war. Denn daß Änderungen gemäß der einfachen Konditionalisierung dort nicht reversibel waren, lag daran, daß die einfache Konditionalisierung den technischen Beschränkungen von Korollar 5.2 nicht genügte. Im jetzigen deterministischen Fall bestehen aufgrund des Überganges von Totalen zu EKFs die entsprechenden technischen Beschränkungen nicht mehr, so daß nun auch im Fall der einfachen Konditionalisierung die Forderung nach der Reversibilität epistemischer Änderungen nicht unbillig ist.

[2] Natürlich kann es in diesem Fall auch so sein, daß die spätere Information aufgrund der früheren gar nicht richtig akzeptiert wird. Doch ist diese Möglichkeit im Moment irrelevant, da wir ja annehmen, daß Informationen zum Zeitpunkt ihres Eintreffens akzeptiert werden; andernfalls gelten sie gar nicht als Informationen.

ohne sich gegenseitig zu erschüttern. Und in diesem Fall sollte man annehmen, daß die Reihenfolge der Akkumulation keine Rolle spielt. (5.1) zufolge spielt jedoch die Reihenfolge der Information *immer* eine Rolle, auch im Falle sich bloß akkumulierender Informationen; und darin liegt die zweite kritikwürdige Eigenschaft von (5.1).[1]

(5.1) ist noch in einer dritten, eher intuitiven Hinsicht inadäquat: (5.1) hat zwar die unanfechtbare Eigenschaft, daß nach Akzeptation der Information A die für X plausibelsten Verläufe alle aus A sind – genauer: daß $E'_0 = E_\beta \cap A$, wobei $\beta = \min\{\alpha \mid E_\alpha \cap A \neq \emptyset\}$. Doch geht (5.1) weit darüber hinaus. Denn (5.1) schreibt ja vor, daß *alle* Verläufe aus A, sogar die ursprünglich unplausibelsten, *allen* Verläufen aus $\overline{A}$, selbst den ursprünglich plausibelsten, vorgeordnet werden. Und das scheint viel zu viel verlangt; allenfalls die allersicherste, unbezweifelbarste Information könnte den epistemischen Zustand von X in dieser Weise ändern.[2]

Diese letzte Überlegung legt einen anderen Versuch nahe. Vielleicht sollte die Information A auf $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ nur den Effekt haben, daß die plausibelsten und nicht alle Verläufe aus A den übrigen vorgeordnet werden, während ansonsten die Plausibilitätsordnung unverändert bleibt. Präzise gefaßt, lautet dieser *zweite Vorschlag* also:

(5.2) Sei $F_0 = E_\beta \cap A$, wobei $\beta = \min\{\alpha \mid E_\alpha \cap A \neq \emptyset\}$, $F_{1+\beta} = E_\beta \setminus A$ und für alle $\alpha < \zeta$ mit $\alpha \neq \beta$ $F_{1+\alpha} = E_\alpha$. Dann ist $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$ die $\emptyset$-Bereinigung der Folge $(F_\alpha)_{\alpha<1+\zeta}$.

Doch es ist augenfällig, daß (5.2) auch nicht mehr taugt als (5.1). So ist leicht zu sehen, daß epistemische Änderungen gemäß (5.2) im allgemeinen nicht reversibel sind und immer von der Reihenfolge der aufgenommenen Informationen abhängen, also auch dann, wenn sich diese Informationen in einem intuitiven Sinne bloß akkumulieren. Und was die dritte Inadäquatheit betrifft, so sind wir nun

---

[1] Man mag einwenden, daß einem folgendes ab und an passiert: Man erhält zunächst die Information A, die einem gar nicht viel sagt; hätte man zuvor die Information B erhalten, so hätte A diverse Assoziationen ausgelöst und diverse Zusammenhänge klargemacht; tatsächlich trifft B aber nach A ein, und so vergißt man, A im neuen Licht von B zu betrachten, und wird auch mit B nicht viel schlauer. Dies könnte man als einen Fall sich akkumulierender Informationen ansehen, in dem die Reihenfolge der Information relevant ist. Doch liegen solche denkpsychologischen Phänomene weit jenseits dessen, was in unserem recht grob idealisierenden Rahmen behandelt werden kann. (5.1) mit solchen Phänomenen verteidigen zu wollen, wäre daher ganz unsinnig.

[2] Es liegt die Vermutung nahe, daß die zweite Inadäquatheit in dieser dritten Inadäquatheit ihre Erklärung findet. Wir werden gleich sehen, daß dem nicht so ist.

einfach ins andere Extrem gefallen. Denn gemäß (5.2) hat jede Information nur noch minimale Verläßlichkeit; (5.2) tut die Information *A* schon dann wieder als unglaubwürdig ab, wenn sich auch nur eine Konsequenz des mit *A* Geglaubten, also von $E_\beta \cap A$, als falsch herausstellt. Mit (5.2) ist also im allgemeinen zu geringes Vertrauen in die jeweilige Information festgeschrieben.

Aus diesem Versagen von (5.1) und (5.2) ist immerhin eine klare Lehre zu ziehen: Die gesuchte Regel der Änderung epistemischer Zustände darf der Sicherheit der verschiedenen Informationen nicht ein und denselben starren Grad zudiktieren; sie muß in dieser Hinsicht flexibel sein. Um diese Flexibilität explizit zu machen, müssen wir jeder Information einen Parameter beiordnen, der ihren Sicherheitsgrad anzeigt. Das könnte zum Beispiel auf die folgende Weise geschehen:

Der Information *A* sei eine Ordinalzahl γ als Sicherheitsparameter zugeordnet, für die $\min\{\alpha \mid E_\alpha \cap A \neq \emptyset\} < \gamma \leq \zeta$ gelten muß und die ausdrücken soll, wie lange *X* an seiner neu erworbenen Überzeugung, daß *A*, festhält: solange die späteren Informationen mit $\bigcup_{\alpha<\gamma} E_\alpha \cap A$ verträglich sind, bleibt er bei dieser Überzeugung; wenn aber die späteren Informationen $\bigcup_{\alpha<\gamma} E_\alpha \cap A$ widersprechen, so gibt er sie auf. Formal besagt dieser *dritte Vorschlag* demnach:

(5.3) Sei für alle $\alpha < \gamma$ $F_\alpha = E_\alpha \cap A$ und $F_{\gamma+\alpha} = E_\alpha \setminus A$ und für alle α mit $\gamma \leq \alpha \leq \zeta$ $F_{\gamma+\alpha} = E_\alpha$. Dann ist $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$ die $\emptyset$-Bereinigung der Folge $(F_\alpha)_{\alpha<\gamma+\zeta}$.

Man könnte dann sagen, daß $(E'_\alpha)_{\alpha<\zeta'}$ die Änderung $(E_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ aufgrund der Information *A mit der Sicherheit* γ oder aufgrund der Information *A*, *solange* $\bigcup_{\alpha<\gamma} E_\alpha \cap A$, ist. Davon, daß diese Änderung dem Sachverhalt *A simpliciter* zuzuschreiben ist, ist nun also nicht mehr die Rede. Auch ist klar, daß dieser Vorschlag die ersten zwei verallgemeinert: Setzen wir in (5.3) $\gamma = \zeta$, so ergibt sich (5.1); setzen wir $\gamma = \min\{\alpha \mid E_\alpha \cap A \neq \emptyset\} + 1$, so erhalten wir (5.2).

(5.3) ist mithin eine wesentliche Verbesserung gegenüber (5.1) und (5.2). Doch auch (5.3) gewährleistet leider weder die Reversibilität epistemischer Änderungen noch ihre Unabhängigkeit von der Reihenfolge sich akkumulierender Informationen.

Wir haben demnach immer noch nichts Akzeptables in der Hand. Der Zweck dieser erfolglosen Versuche war auch lediglich, den Blick für die Probleme zu schärfen, die in unserer Frage nach der Dynamik von EKFs oder wohlgeordneten

Zerlegungen verborgen liegen, und so den Boden für den letzten Vorschlag zu bereiten, der allerdings den von den EKFs gezogenen Rahmen verläßt. Daß diese Probleme innerhalb dieses Rahmens unlösbar sind, kann ich zwar nicht beweisen; aber ich bin davon fest überzeugt. Natürlich kann ich auch nicht beweisen, daß diese Probleme nur auf die zu erläuternde Weise zu lösen sind; doch ist mir an der folgenden Lösung noch kein Mangel aufgefallen.

Die nun rudimentär entwickelte Theorie der Konditionalfunktionen ist dabei für alles Weitere von zentraler Bedeutung; wir werden sie später dauernd wie selbstverständlich verwenden. Führen wir zunächst den entscheidenden neuen Begriff ein:

Definition 5.13: Sei $\mathfrak{A}$ eine vollständige Algebra über Ω. Dann heißt κ eine $\mathfrak{A}$-*meßbare, ordinale Konditionalfunktion (*$\mathfrak{A}$*-OKF)* genau dann, wenn κ eine Funktion von Ω in die Klasse der Ordinalzahlen ist derart, daß $\kappa^{-1}(0) \neq \emptyset$ und für alle Atome[1] A von $\mathfrak{A}$ und alle $\omega, \omega' \in A$ $\kappa(\omega) = \kappa(\omega')$. κ ist eine $\mathfrak{A}$-*meßbare, natürliche Konditionalfunktion (*$\mathfrak{A}$*-NKF)* genau dann, wenn κ eine $\mathfrak{A}$-OKF ist, die nur natürliche Zahlen als Werte nimmt. Für jede $\mathfrak{A}$-OKF κ und für jedes $A \in \mathfrak{A}$ mit $A \neq \emptyset$ sei ferner $\kappa(A) = \min\{\kappa(\omega) \mid \omega \in A\}$; wir setzen außerdem fest, daß $\kappa(\emptyset) = \nu$.[2] Schließlich sei für jede $\mathfrak{A}$-OKF κ $\tilde{\kappa}$ diejenige Funktion von $\mathfrak{A}$ in $\mathfrak{A}$, für die für alle $A \in \mathfrak{A}$ $\tilde{\kappa}(A) = \{\omega \in A \mid \kappa(\omega) \leq \kappa(\omega') \text{ für alle } \omega' \in A\}$.

Daß $\mathfrak{A}$-OKFs allgemeiner sind als EKFs und wohlgeordnete Zerlegungen, ist offensichtlich:

Satz 5.14: Für jede $\mathfrak{A}$-OKF κ ist $\tilde{\kappa}$ eine EKF; und $(\kappa^{-1}(\alpha))_{\alpha<\zeta}$ ist genau dann eine wohlgeordnete Zerlegung, wenn $\{\alpha \mid \alpha < \zeta\}$ der Wertebereich von κ ist.

In allem Folgenden wollen wir nun die epistemischen Zustände unseres Subjektes X statt durch EKFs durch $\mathfrak{A}$–meßbare OKFs charakterisieren. Im durch die OKF κ repräsentierten Zustand glaubt X einen Sachverhalt A genau dann, wenn

---

[1] Bekanntlich ist eine vollständige Mengenalgebra immer atomar. Vgl. Sikorski (1969), § 25.

[2] ν sei dabei irgendein von allen Ordinalzahlen verschiedenes Ding, auf welches die Ordinalzahlordnung und die Ordinalzahladdition so erweitert sei, daß für alle Ordinalzahlen α gilt: $\alpha < \nu$ und $\alpha + \nu = \nu + \alpha = \nu + \nu = \nu$.

$\kappa(\emptyset)$ überhaupt zu definieren, bringt den Vorteil, daß wir uns später bei Ausdrücken der Form $\kappa(A)$ nicht immer zu vergewissern brauchen, daß A nicht leer ist. Und mit dieser etwas seltsamen Festsetzung lassen sich spätere Aussagen über nicht-leere Mengen am besten auf die leere Menge ausdehnen. Mehr steckt da nicht dahinter.

$\kappa^{-1}(0) = \tilde{\kappa}(\Omega) \subseteq A$, d.h. wenn $\kappa(\overline{A}) > 0$; und mit der Information A würde er B genau dann glauben, wenn $\tilde{\kappa}(A) \subseteq B$, d.h. wenn $\kappa(A \cap \overline{B}) > \kappa(A)$. So weit bringen die OKFs gegenüber den EKFs nichts Neues.

Der entscheidende Fortschritt ist vielmehr, daß wir mit OKFs die Dynamik epistemischer Zustände befriedigend behandeln können. Der technische Grund dafür ist simpel: Daß gemäß (5.1)–(5.3) epistemische Änderungen irreversibel und immer abhängig von der Reihenfolge der Informationen waren, ließ sich auf die in (5.1)–(5.3) vorgeschriebenen $\varnothing$-Bereinigungen zurückführen – die dort freilich nötig waren, um im Bereich der wohlgeordneten Zerlegungen zu bleiben. Wie Satz 5.14 zeigt, verallgemeinern OKFs wohlgeordnete Zerlegungen gerade in dieser Hinsicht; für eine OKF κ darf $\kappa^{-1}(\alpha)$ im allgemeinen leer sein. $\varnothing$-Bereinigungen werden nun also nicht mehr nötig sein, und dies eröffnet uns die Aussicht auf vernünftige dynamische Aussagen.

Definition 5.15: Sei κ eine $\mathfrak{A}$–OKF und $A \in \mathfrak{A}$ mit $A \neq \varnothing$. Dann sei für alle $\omega \in \Omega$ $\kappa(\omega \mid A) = -\kappa(A) + \kappa(\{\omega\} \cap A)$[1] und für alle $B \in \mathfrak{A}$ $\kappa(B|A) = \min\{\kappa(\omega|A) \mid \omega \in A \cap B\} = -\kappa(A) + \kappa(A \cap B)$.

Definition 5.16: Sei κ eine $\mathfrak{A}$-OKF, $A \in \mathfrak{A}$ mit $\varnothing \neq A \neq \Omega$ und α eine Ordinalzahl. Dann sei $\kappa_{A,\alpha}$ diejenige $\mathfrak{A}$-OKF, für die gilt:

$$\kappa_{A,\alpha}(\omega) = \begin{cases} \kappa(\omega \mid A) \text{ für } \omega \in A \\ \alpha + \kappa(\omega \mid \overline{A}) \text{ für } \omega \in \overline{A} \end{cases}.$$

$\kappa_{A,\alpha}$ heiße *die Konditionalisierung von* κ *durch A mit (der Sicherheit)* α.

In der Konditionalisierung von κ durch A mit α werden also die Plausibilitätsgrade der Verläufe aus A gegenüber denen der Verläufe aus $\overline{A}$ so verschoben, daß A gerade um α Grade plausibler ist als $\overline{A}$; es gilt ja immer $\kappa_{A,\alpha}(A) = 0$ und $\kappa_{A,\alpha}(\overline{A}) = \alpha$. Innerhalb von A bzw. $\overline{A}$ bleibt dabei in $\kappa_{A,\alpha}$ gegenüber κ nicht nur die Plausibilitäts*ordnung* der Verläufe, sondern sogar ihre Plausibilitäts*stufung* erhalten. Das soll folgendes heißen: Im Gegensatz zu wohlgeordneten Zerlegungen sagt eine OKF κ nicht nur, *daß* ein Verlauf ω plausibler ist als ein anderer Verlauf ω', sondern auch, um *wieviel* ω plausibler ist als ω' – was sich in der Dif-

[1] Die hier benutzte, eher unübliche Ordinalzahldifferenz sei dabei die *linksseitige* Differenz, die so definiert ist: für zwei Ordinalzahlen α und β mit $\alpha \leq \beta$ sei $-\alpha + \beta$ diejenige, eindeutig bestimmte Ordinalzahl ξ, für die $\alpha + \xi = \beta$. Vgl. Klaua (1969), S. 173. Natürlich gilt für $\omega \in A$ immer $\kappa(A) \leq \kappa(\{\omega\} \cap A)$.

ferenz $-\kappa(\omega) + \kappa(\omega')$ niederschlägt. Und eben diese Differenzen werden bei der Konditionalisierung durch A nicht verändert, sofern ω und ω' beide aus A oder beide aus $\overline{A}$ sind. Auf zwei Besonderheiten ist noch hinzuweisen: Es kann erstens sehr wohl sein, daß $\kappa(A) = 0$ und $\kappa(\overline{A}) = \beta$, wobei $\beta > \alpha$. In diesem Fall wird durch die Änderung zu $\kappa_{A,\alpha}$ A unsicherer und $\overline{A}$ plausibler, auch wenn in $\kappa_{A,\alpha}$ $\overline{A}$ nicht geglaubt wird. Es ist vielleicht etwas irreführend, in diesem Fall von einer Konditionalisierung durch A mit der Sicherheit α zu reden. Aber es ist sicherlich wünschenswert, diese bisher nicht bedachte Form der epistemischen Änderung beschreiben zu können. Zweitens gibt es auch eine Konditionalisierung durch A mit der Sicherheit 0, die am passendsten als Neutralisierung von A und $\overline{A}$ zu bezeichnen wäre; denn in $\kappa_{A,0} = \kappa_{\overline{A},0}$ wird sowohl A wie $\overline{A}$ für möglich gehalten und weder A noch $\overline{A}$ geglaubt.

Nun lassen sich die Probleme lösen, an denen (5.1)–(5.3) scheiterten. Denn Konditionalisierungen gemäß Definition 5.16 sind trivialerweise reversibel:

Korollar 5.17: Sei κ eine $\mathfrak{A}$-OKF, $A \in \mathfrak{A}$ mit $\emptyset \neq A \neq \Omega$, $\kappa(A) = 0$ und $\kappa(\overline{A}) = \beta$. Dann ist $(\kappa_{A,\alpha})_{A,\beta} = (\kappa_{\overline{A},\alpha})_{A,\beta} = \kappa$.

Der nächste Satz besagt, daß bei sich akkumulierenden Informationen die Reihenfolge der Konditionalisierungen unerheblich ist. Die im Satz genannten Bedingungen, unter denen die Reihenfolge vertauschbar ist, lassen sich dabei als Präzisierung der bisher vage gebliebenen Wendung auffassen, daß Informationen sich akkumulieren. (Daß zwei Ordinalzahlen α und β kommutieren, soll heißen, daß $\alpha + \beta = \beta + \alpha$. Die nachstehenden Voraussetzungen über die Kommutierbarkeit von Ordinalzahlen sind aus rein technischen Gründen erforderlich und wären z.B. dann überflüssig, wenn man sich von vorneherein auf NKFs beschränkte.)

Satz 5.18: Sei κ eine $\mathfrak{A}$-OKF und $A, B \in \mathfrak{A}$ mit $\emptyset \neq A, B \neq \Omega$. Dann gilt $(\kappa_{A,\alpha})_{B,\beta} = (\kappa_{B,\beta})_{A,\alpha}$, wenn $\kappa(A \cap B) = 0$, $\kappa(\overline{A} \cap B)$, $(A \cap \overline{B}) \leq \kappa(\overline{A} \cap \overline{B})$ und wenn

(a) $\kappa(\overline{A}) \leq \kappa(\overline{B})$, $\kappa(\overline{A}) \leq \alpha$, β und $-\kappa(\overline{A}) + \alpha$ sowohl mit $-\kappa(\overline{A}) + \beta$ wie mit $-\kappa(\overline{A}) + \kappa(\overline{B})$ kommutiert, oder

(b) $\kappa(\overline{B}) \leq \kappa(\overline{A})$, $\kappa(\overline{B}) \leq \alpha$, β und $-\kappa(\overline{B}) + \alpha$ sowohl mit $-\kappa(\overline{B}) + \alpha$ wie mit $-\kappa(\overline{B}) + \kappa(\overline{A})$ kommutiert, oder

(c) $\kappa(\bar{A}) + \kappa(\bar{B}) \leq \kappa(\bar{A} \cap \bar{B})$ und $\kappa(\bar{A})$ mit $\kappa(\bar{B})$, α mit β, $\kappa(\bar{A})$ mit β und $\kappa(\bar{B})$ mit α kommutieren.

Beweis: Sei $C_1 = A \cap B$, $C_2 = A \cap \bar{B}$, $C_3 = \bar{A} \cap B$ und $C_4 = \bar{A} \cap \bar{B}$. Sei für $r = 1, 2, 3, 4$ $\kappa(C_r) = a_r$, $\kappa_{A,\alpha}(C_r) = b_r$, $(\kappa_{A,\alpha})_{B,\beta}(C_r) = c_r$, $\kappa_{B,\beta}(C_r) = d_r$ und $(\kappa_{B,\beta})_{A,\alpha}(C_r) = e_r$. Es genügt dann zu zeigen, daß für $r = 1, 2, 3, 4$ $c_r = e_r$. Laut Voraussetzung gilt zunächst, daß $a_1 = 0$ und $a_2, a_3 \leq a_4$. Damit ergibt sich gemäß Definition 5.16:

$b_1 = 0, b_2 = a_2, b_3 = \alpha, b_4 = \alpha + (-a_3 + a_4)$ und
$d_1 = 0, d_2 = \beta, d_3 = a_3, d_4 = \beta + (-a_2 + a_4)$.

In allen drei Fällen (a), (b) und (c) folgt daraus $b_2 \leq b_4$ und $d_3 \leq d_4$. Also ergibt sich weiter:

$c_1 = 0, c_2 = \beta, c_3 = \alpha, b_4 = c_4 = \beta + (-\alpha_2 + \alpha + (-a_3 + a_4))$ und
$e_1 = 0, e_2 = \beta, e_3 = \alpha, e_4 = \alpha + (-a_3 + \beta + (-a_2 + a_4))$.

Es bleibt zu zeigen, daß $c_4 = e_4$. Betrachten wir den Fall (a). Hier gilt $a_3 \leq a_2, \alpha, \beta$. Sei $x = -a_3 + a_2$, $y = -a_3 + \alpha$, $z = -a_3 + \beta$ und $w = -a_2 + a_4$. Die weiteren Annahmen sind demnach, daß $x + y = y + x$ und $y + z = z + y$. Es ist dann $c_4 = a_3 + z + (-(a_3 + x) + a_3 + y + x + w) = a_3 + z + (-(a_3 + x) + a_3 + x + y + w) = a_3 + z + y + w$ und $e_4 = a_3 + y + (-a_3 + a_3 + z + w) = a_3 + y + z + w = c_4$.

Der Fall (b) läuft analog zum Fall (a). Gelte zuletzt der Fall (c). Hier ist vorausgesetzt, daß $a_2 + a_3 = a_3 + a_2$, $\alpha + \beta = \beta + \alpha$, $a_2 + \alpha = \alpha + a_2$ und $a_3 + \beta = \beta + a_3$. Sei $w = -(a_2 + a_3) + a_4 = -(a_3 + a_2) + a_4$. Dann ist $c_4 = \beta + (-a_2 + \alpha + (-a_3 + a_3 + a_2 + w)) = \beta + \alpha + w$ und $e_4 = \alpha + (-a_3 + \beta + (-a_2 + a_2 + a_3 + w)) = \alpha + \beta + w = c_4$. Q.e.d.

Die Voraussetzungen von Satz 5.18 sind also insbesondere dann erfüllt, wenn κ bezüglich A und B neutral ist, d. h. wenn $\kappa(A \cap B) = \kappa(A \cap \bar{B}) = \kappa(\bar{A} \cap B) = 0$ und wenn α und β kommutieren – und das ist fraglos der wichtigste und häufigste Fall.

Diese Definitionen und Sätze zeigen, daß sich mit OKFs in sinnvoller Weise ein deterministisches Analogon zur einfachen probabilistischen Konditionalisie-

rung formulieren läßt. Diese Parallele können wir nun noch weiter ausdehnen, nämlich auf die verallgemeinerte Konditionalisierung. Die an sich naheliegende Frage, ob es wohl auch im deterministischen Fall so etwas wie eine verallgemeinerte Konditionalisierung gibt, habe ich bisher dauernd hintangestellt, weil gar keine Chance auf eine vernünftige Antwort bestanden hat. Unsere OKFs verhelfen uns jedoch zu einer einfachen und eleganten positiven Lösung:

Definition 5.19: Sei $\mathfrak{H}$ eine vollständige Subalgebra von $\mathfrak{A}$, κ eine $\mathfrak{A}$-meßbare und λ eine $\mathfrak{H}$-meßbare OKF. Die $\mathfrak{A}$-OKF κ_λ sei dann dadurch definiert, daß für alle Atome B von $\mathfrak{H}$ und alle $\omega \in B$ $\kappa_\lambda(\omega) = \lambda(B) + \kappa(\omega \mid B)$. κ_λ heiße *die Konditionalisierung von* κ *durch* λ.

Damit läßt sich auch hier eine *Regel der verallgemeinerten Konditionalisierung* formulieren: Wenn die $\mathfrak{A}$-OKF κ X's epistemischen Zustand bezüglich $\mathfrak{A}$ zum Zeitpunkt t repräsentiert und wenn die zwischen t und t' gemachten Erfahrungen ihn zu t' bezüglich $\mathfrak{H}$ in den epistemischen Zustand λ versetzen, so ist die Konditionalisierung κ_λ von κ durch λ X's epistemischer Zustand bezüglich $\mathfrak{A}$ zu t' – sofern sein epistemischer Zustand keinen anderen Einflüssen unterliegt.

Definition 5.16 entpuppt sich nun als ein Spezialfall von Definition 5.19:

Korollar 5.20: Sei κ eine $\mathfrak{A}$-OKF, $A \in \mathfrak{A}$ mit $\emptyset \neq A \neq \Omega$ und λ diejenige $\{\emptyset, A, \overline{A}, \Omega\}$-meßbare OKF, für die $\lambda(\omega) = \begin{cases} 0 \text{ für } \omega \in A, \\ \alpha \text{ für } \omega \in \overline{A} \end{cases}$. Dann ist $\kappa_\lambda = \kappa_{A,\alpha}$.

Natürlich ist auch die verallgemeinerte Konditionalisierung reversibel:

Korollar 5.21: Sei $\mathfrak{H}$ eine vollständige Subalgebra von $\mathfrak{A}$, κ eine $\mathfrak{A}$-meßbare und λ eine $\mathfrak{H}$-meßbare OKF. Sei κ' die $\mathfrak{H}$-meßbare Vergröberung von κ, d.h. für alle Atome B von $\mathfrak{H}$ und alle $\omega \in B$ sei $\kappa'(\omega) = \kappa(B)$. Dann gilt $(\kappa_\lambda)_{\kappa'} = \kappa$.

Schließlich läßt sich eine mit Satz 5.18 noch offengebliebene Frage beantworten. Dieser zeigte, daß unter bestimmten Voraussetzungen die Konditionalisierungen bzgl. A und bzgl. B vertauschbar sind. Doch er sagte nicht, ob sich der Effekt dieser zwei Konditionalisierungen auch mittels einer einzigen Konditionalisierung

herstellen läßt. Mit einer einzigen einfachen Konditionalisierung, etwa bzgl. $A \cap B$, läßt er sich in der Tat im allgemeinen nicht erzielen. Aber mit einer verallgemeinerten Konditionalisierung bezüglich der von A und B erzeugten Algebra ist das natürlich keine Schwierigkeit.

Damit ist unsere deterministische Parallele zum Abschnitt 5.1 komplett. Auch scheint mir hinreichend demonstriert, daß sich die Dynamik epistemischer Zustände in befriedigender Weise behandeln läßt, wenn man sie durch OKFs repräsentiert. Die Wichtigkeit der Bemerkung in den letzten zwei Absätzen von Abschnitt 5.1 hat sich dabei untergründig dauernd bestätigt. Der Gedanke, daß auch hier niemals direkt bezüglich äußeren Sachverhalten konditionalisiert wird, sondern daß immer epistemische Zustände bezüglich umfassenderen Sachverhaltsmengen durch beschränktere epistemische Zustände konditionalisiert werden, hat sich in (5.3) mit der Einführung eines Sicherheitsparameters angedeutet und ist mit den Definitionen 5.16 und 5.19 klar hervorgetreten. Ohne diesen Gedanken ließen sich die Definitionen 5.16 und 5.19 nicht verstehen und vermutlich überhaupt keine sinnvollen Konditionalisierungsaussagen formulieren.

Doch ist damit die Parallele zwischen OKFs und Wahrscheinlichkeitsmaßen mitnichten erschöpft. In der Tat scheint mir die Theorie der OKFs ein echtes qualitatives Gegenstück zur Wahrscheinlichkeitstheorie zu bilden.[1] Dies zeigt sich insbesondere an einem Punkt, der auch später für uns wichtig sein wird und drum an dieser Stelle noch dargelegt sei. Ich meine die Tatsache, daß sich relativ zu OKFs ein interessanter und nützlicher Unabhängigkeitsbegriff definieren läßt, der ganz ähnliche Eigenschaften hat wie der Begriff der stochastischen oder probabilistischen Unabhängigkeit:

Definition 5.22: Sei κ eine $\mathfrak{A}$-OKF, und seien $\mathfrak{B}$ und C vollständige Subalgebren von $\mathfrak{A}$. Dann heiße $\mathfrak{L}$ *von* $\mathfrak{B}$ *unabhängig* (*bzgl.* κ) genau dann, wenn für alle Atome B von $\mathfrak{B}$ und alle Atome C von C $\kappa(B \cap C) = \kappa(B) + \kappa(C)$ gilt. $\mathfrak{B}$ *und* C heißen *unabhängig (bzgl.* κ*)* genau dann, wenn $\mathfrak{L}$ von $\mathfrak{B}$ und $\mathfrak{B}$ von $\mathfrak{L}$ unabhängig ist. Für $A, B \in \mathfrak{A} \setminus \{\varnothing, \Omega\}$ heiße A *von* B *unabhängig (bzgl.* κ*)* gdw.

[1] Im Gegensatz zu dem, was sonst gemeinhin „qualitative Wahrscheinlichkeit“ genannt wird. Denn da geht es immer um einen *komparativen* Wahrscheinlichkeitsbegriff, also um Aussagen der Form „*A* ist mindestens so wahrscheinlich wie *B*“, und dann vor allem um die Frage, ob sich der komparative Wahrscheinlichkeitsbegriff metrisieren läßt. Vgl. Krantz et al. (1971), ch. 5, und Stegmüller (1973), Anhang III.

$\{\emptyset, A, \overline{A}, \Omega\}$ von $\{\emptyset, B, \overline{B}, \Omega\}$ unabhängig ist; und *A und B* heißen *unabhängig (bzgl.* κ*)* gdw. *A* von *B* und *B* von *A* unabhängig ist.

Man beachte, daß die so definierte Unabhängigkeit im allgemeinen nicht symmetrisch ist. Dies liegt einfach daran, daß die Addition von Ordinalzahlen in der Regel nicht kommutativ ist. Relativ zu NKFs ist die Unabhängigkeit also immer symmetrisch.

Korollar 5.23: Wenn $\mathfrak{L}$ von $\mathfrak{H}$ bzgl. κ unabhängig ist, so gilt für alle $B \in \mathfrak{H}$ und $C \in \mathfrak{L}$: $\kappa(B \cap C) = \kappa(B) + \kappa(C)$.

Beweis: Sei $B_0 \in \mathfrak{H}$ und $C_0 \in \mathfrak{L}$. Sei die Menge $\mathfrak{H}_0$ von Atomen von $\mathfrak{H}$ und die Menge $\mathfrak{L}_0$ von Atomen von $\mathfrak{L}$ so gewählt, daß $B_0 = \bigcup \mathfrak{H}_0$ und $C_0 = \bigcup \mathfrak{L}_0$. Dann gilt einerseits $\kappa(B_0) = \min\{\kappa(B) \mid B \in \mathfrak{H}_0\}$ und $\kappa(C_0) = \min\{\kappa(C) \mid C \in \mathfrak{L}_0\}$. Andererseits gilt:

$$\begin{aligned}\kappa(B_0 \cap C_0) &= \min\{\kappa(B \cap C) \mid B \in \mathfrak{H}_0, C \in \mathfrak{L}_0\} \\ &= \min\{\kappa(B) + \kappa(C) \mid B \in \mathfrak{H}_0, C \in \mathfrak{L}_0\} \\ &= \min\{\kappa(B) \mid B \in \mathfrak{H}_0\} + \min\{\kappa(C) \mid C \in \mathfrak{L}_0,\}.\ \text{Q.e.d.}\end{aligned}$$

Die Umkehrung dieses Korollars gilt trivialerweise. Mit Hilfe von Definition 5.15 folgt dann sehr leicht:

Korollar 5.24: C ist von $\mathfrak{H}$ genau dann bzgl. κ unabhängig, wenn für alle $B \in \mathfrak{H} \setminus \{\emptyset\}$ und $C \in \mathfrak{L}$ gilt: $\kappa(C \mid B) = \kappa(C)$.

Daraus ergibt sich wiederum unmittelbar:

Korollar 5.25: $\mathfrak{L}$ ist von $\mathfrak{H}$ genau dann bzgl. κ unabhängig, wenn für alle $\mathfrak{H}$-OKF γ und alle $C \in \mathfrak{L}$ gilt: $\kappa_\gamma(C) = \kappa(C)$.

Die Korollare 5.24 und 5.25 zeigen am besten, daß mit Definition 5.22 genau das intuitiv Erwünschte erfaßt ist. Denn ihnen zufolge ist C gerade dann von $\mathfrak{L}$ unabhängig, wenn sich die epistemische Einstellung bzgl. $\mathfrak{H}$ in beliebiger Weise ändern kann, ohne die epistemische Einstellung bzgl. $\mathfrak{L}$ irgendwie zu berühren.

Es ist darauf hinzuweisen, daß die OKFs auch in diesem Punkt den EKFs überlegen sind. Denn relativ zu EKFs wäre die Unabhängigkeit von Sachverhalten am besten so zu definieren: A ist von B relativ zur EKF g unabhängig genau dann, wenn gilt: $g(B) \subseteq A$ gdw. $g(\overline{B}) \subseteq A$ und $g(B) \subseteq \overline{A}$ gdw. $g(\overline{B}) \subseteq \overline{A}$. Doch ergibt sich daraus zum Beispiel, daß jedes A, das im Zustand g geglaubt wird, für das also $g(\Omega) \subseteq A$, von jedem B, bezüglich dessen g unentschieden ist, für das also $g(\Omega) \cap B \neq \emptyset \neq g(\Omega) \cap \overline{B}$, unabhängig ist. Und das ist sicherlich viel zu viel an Unabhängigkeit. Die OKFs liefern uns demgegenüber einen schärferen und darum angemesseneren Unabhängigkeitsbegriff.

Daß die Unabhängigkeit bezüglich einer OKF ähnliche Eigenschaften hat wie die Unabhängigkeit gemäß einem Wahrscheinlichkeitsmaß, zeigen die folgenden Definitionen und Sätze. Zunächst können wir den Unabhängigkeitsbegriff auf Familien von Subalgebren ausdehnen:

Definition 5.26: Sei $(\mathfrak{S}_\alpha)_{\alpha<\beta}$ eine Familie von vollständigen Subalgebren von $\mathfrak{A}$ und κ eine $\mathfrak{A}$-OKF. Dann heiße $(\mathfrak{S}_\alpha)_{\alpha<\beta}$ *unabhängig (bzgl. κ)* genau dann, wenn für alle Atome B_α von $\mathfrak{S}_\alpha$ $(\alpha<\beta)$ $\kappa(\bigcap_{\alpha<\beta} B_\alpha) = \sum_{\alpha<\beta} \kappa(B_\alpha)$.

Dies hängt mit Definition 5.22 so zusammen:

Satz 5.27: $(\mathfrak{S}_\alpha)_{\alpha<\beta}$ ist genau dann bzgl. κ unabhängig, wenn für alle $\gamma < \beta$ gilt: die von $\bigcup_{\gamma\leq\alpha<\beta} \mathfrak{S}_\alpha$ erzeugte vollständige Algebra ist von der von $\bigcup_{\alpha<\gamma} \mathfrak{S}_\alpha$ erzeugten vollständigen Algebra unabhängig bzgl. κ.

Beweis: Sei $\mathfrak{L}_\gamma$ die von $\bigcup_{\alpha<\gamma} \mathfrak{S}_\alpha$ und $\mathfrak{H}_\gamma$ die von $\bigcup_{\gamma\leq\alpha<\beta} \mathfrak{S}_\alpha$ erzeugte vollständige Algebra. Gelte nun zuerst für alle Atome B_α von $\mathfrak{S}_\alpha$ $(\alpha<\beta)$ $\kappa(\bigcap_{\alpha<\beta} B_\alpha) = \sum_{\alpha<\beta} \kappa(B_\alpha)$. Daraus folgt für alle Atome B_α von $\mathfrak{S}_\alpha$ $(\alpha<\gamma)$, daß $\kappa(\bigcap_{\alpha<\gamma} B_\alpha) = \sum_{\alpha<\gamma} \kappa(B_\alpha)$, und für alle Atome B_α von $\mathfrak{S}_\alpha$ $(\gamma\leq\alpha<\beta)$, daß $\kappa(\bigcap_{\gamma\leq\alpha<\beta} B_\alpha) = \sum_{\gamma\leq\alpha<\beta} \kappa(B_\alpha)$. Also gilt $\kappa(\bigcap_{\alpha<\beta} B_\alpha) = \kappa(\bigcap_{\alpha<\gamma} B_\alpha) + \kappa(\bigcap_{\gamma\leq\alpha<\beta} B_\alpha)$. Und das heißt, daß $\mathfrak{H}_\gamma$ von $\mathfrak{L}_\gamma$ unabhängig

ist, da alle Atome von $\mathfrak{L}_\gamma$ die Form $\bigcap_{\alpha<\beta} B_\alpha$ und alle Atome von $\mathfrak{I}_\gamma$ die Form $\bigcap_{\gamma\leq\alpha<\beta} B_\alpha$ haben.

Sei umgekehrt für alle $\gamma < \beta$ $\mathfrak{I}_\gamma$ von $\mathfrak{L}_\gamma$ unabhängig. Für $\gamma = 1$ heißt das, daß für alle Atome B_α von $\mathfrak{H}_\alpha$ $(\alpha < \beta)$ $\kappa(\bigcap_{\alpha<\beta} B_\alpha) = \kappa(B_0) + \kappa(\bigcap_{1\leq\alpha<\beta} B_\alpha)$. Daraus folgt insbesondere, daß für alle Atome B_α von $\mathfrak{H}_\alpha$ $(\alpha = 0, 1)$ $\kappa(B_0 \cap B_1) = \kappa(B_0) + \kappa(B_1)$. Für $\gamma = 2$ ergibt sich demnach, daß für alle Atome B_α von $\mathfrak{H}_\alpha$ $(\alpha<\beta)$ $\kappa(\bigcap_{\alpha<\beta} B_\alpha) = \kappa(B_0 \cap B_1) + \kappa(\bigcap_{2\leq\alpha<\beta} B_\alpha) = \kappa(B_0) + \kappa(B_1) + \kappa(\bigcap_{2\leq\alpha<\beta} B_\alpha)$. Dieses Argument mit transfiniter Induktion bis β fortgeführt, liefert dann gerade das Gewünschte. Q.e.d.

Nicht schwieriger ist es, auf ähnliche Weise Folgendes zu beweisen:

Satz 5.28: Sei $(\mathfrak{H}_\alpha)_{\alpha<\beta}$ unabhängig bzgl. κ. Sei $(\Gamma_\gamma)_{\gamma<\delta}$ eine Zerlegung von $\{\alpha \mid \alpha < \beta\}$ derart, daß für alle $\gamma, \gamma' < \delta$ gilt: wenn $\gamma < \gamma'$, $\alpha < \alpha'$ für alle $\alpha \in \Gamma_\gamma$, $\alpha' \in \Gamma_{\gamma'}$. Sei schließlich $\mathfrak{L}_\gamma$ die von $\bigcup_{\alpha\in\Gamma_\gamma} \mathfrak{H}_\alpha$ erzeugte vollständige Algebra. Dann ist auch $(\mathfrak{L}_\gamma)_{\gamma<\delta}$ unabhängig bzgl. κ.

Das Analogon zu diesem Satz bildet in der Wahrscheinlichkeitstheorie der sogenannte Satz über das Zusammensetzen unabhängiger σ-Algebren, der dort eine nützliche Rolle spielt.[1]

Ein weiterer, sehr wichtiger Begriff ist der der bedingten Unabhängigkeit:

Definition 5.29: Seien $\mathfrak{H}$ *und* C vollständige Subalgebren von $\mathfrak{A}$, κ eine $\mathfrak{A}$-OKF und $A \in \mathfrak{A} \setminus \{\emptyset\}$. Dann heißt $\mathfrak{L}$ von $\mathfrak{H}$ *bedingt durch A unabhängig (bzgl. κ)* genau dann, wenn für alle Atome B von $\mathfrak{H}$; und alle Atome C von $\mathfrak{L}$ $\kappa(B \cap C \mid A) = \kappa(B \mid A) + \kappa(C \mid A)$. Ist $\mathfrak{I}$ eine vollständige Subalgebra von $\mathfrak{A}$, so heißt $\mathfrak{L}$ *von $\mathfrak{H}$ bedingt durch $\mathfrak{I}$ unabhängig (bzgl. κ)* genau dann, wenn $\mathfrak{L}$ von $\mathfrak{H}$ bedingt durch alle Atome D von $\mathfrak{I}$ unabhängig ist. Sonstige Wendungen seien wie in Definition 5.22 erklärt.

---

[1] Vgl. Bauer (1968), § 30.

Die Korollare 5.23–5.25 lassen sich entsprechend auf die bedingte Unabhängigkeit übertragen; das sich daraus ergebende intuitive Verständnis liegt auf der Hand. Die bedingte Unabhängigkeit impliziert keineswegs die nicht-bedingte Unabhängigkeit, wie folgendes Zahlenbeispiel belegen mag: Wählen wir etwa

$$\kappa(A \cap B \cap C) = 0,\ \kappa(\bar{A} \cap B \cap C) = 0,$$
$$\kappa(A \cap B \cap \bar{C}) = 1,\ \kappa(\bar{A} \cap B \cap \bar{C}) = 3,$$
$$\kappa(A \cap \bar{B} \cap C) = 6,\ \kappa(\bar{A} \cap \bar{B} \cap C) = 2,$$
$$\kappa(A \cap \bar{B} \cap \bar{C}) = 7,\ \kappa(\bar{A} \cap \bar{B} \cap \bar{C}) = 5,$$

so sind B und C bedingt durch $\{\varnothing, A, \bar{A}, \Omega\}$ unabhängig, aber nicht-bedingt abhängig, da $\kappa(\bar{B}) = 2$, $\kappa(\bar{C}) = 1$ und $\kappa(\bar{B} \cap \bar{C}) = 5$.

Für die bedingte Unabhängigkeit gelten die nachstehenden Sätze, in denen für eine Menge $\mathfrak{S} \subseteq \mathfrak{A}$ $\mathfrak{S}^e$ die von $\mathfrak{S}$ erzeugte vollständige Subalgebra von $\mathfrak{A}$ sein möge:

Satz 5.30: Seien $\mathfrak{S}$, $\mathfrak{L}$, $\mathfrak{I}$ und $\mathfrak{k}$ vier vollständige Subalgebren von $\mathfrak{A}$. Sei $\mathfrak{L}$ von $\mathfrak{S}$ bedingt durch $(\mathfrak{I} \cup \mathfrak{k})^e$ und $\mathfrak{I}$ von $\mathfrak{S}$ bedingt durch $\mathfrak{k}$ unabhängig. Dann ist auch $(\mathfrak{L} \cup \mathfrak{I})^e$ von $\mathfrak{S}$ bedingt durch $\mathfrak{k}$ unabhängig.

Beweis: Seien B, C, D und E jeweils Variable für die Atome von $\mathfrak{S}$, $\mathfrak{L}$, $\mathfrak{I}$ beziehungsweise $\mathfrak{k}$. Die erste Annahme sagt dann, daß für alle B, C, D und E gilt:

$\kappa(B \cap C \mid D \cap E) = \kappa(B \mid D \cap E) + \kappa(C \mid D \cap E)$, d.h. mit Definition 5.15
$-\kappa(D \mid E) + \kappa(B \cap C \cap D \mid E) = -\kappa(D \mid E) + \kappa(B \cap D \mid E) +$
$(-\kappa(D \mid E) + \kappa(C \cap D \mid E))$, also
$\kappa(B \cap C \cap D \mid E) = \kappa(B \cap D \mid E) + (-\kappa(D \mid E) + \kappa(C \cap D \mid E))$.

Die zweite Annahme liefert für alle B, C, D und E

$$\kappa(B \cap D \mid E) = \kappa(B \mid E) + \kappa(D \mid E).$$

Setzen wir die letzte in die vorletzte Gleichung ein, so ergibt sich für alle B, C, D und E gerade

$\kappa(B \cap C \cap D \mid E) = \kappa(B \mid E) + \kappa(C \cap D \mid E)$, was zu beweisen war.

In ganz der gleichen Weise ergibt sich der zu Satz 5.7 symmetrische

Satz 5.31: Sei $\mathfrak{H}$ von $\mathfrak{L}$ bedingt durch $(\mathfrak{I} \cup \mathfrak{k})^e$ und von $\mathfrak{I}$ bedingt durch $\mathfrak{k}$ unabhängig. Dann ist $\mathfrak{H}$ auch von $(\mathfrak{L} \cup \mathfrak{I})^e$ bedingt durch $\mathfrak{k}$ unabhängig.

Schließlich gilt noch der

Satz 5.32: Sei $\mathfrak{H}$ von $(\mathfrak{L} \cup \mathfrak{I})^e$ bedingt durch $\mathfrak{k}$ und von $(\mathfrak{L} \cup \mathfrak{k})^e$ bedingt durch $\mathfrak{I}$ unabhängig. Dann ist $\mathfrak{H}$ auch von $(\mathfrak{L} \cup \mathfrak{I} \cup \mathfrak{k})^e$ bedingt durch $\mathfrak{I} \cap \mathfrak{k}$ unabhängig.

Beweis: Seien B, C, D und E wie im Beweis zu Satz 5.30, und sei F eine Variable für die Atome von $\mathfrak{I} \cap \mathfrak{k}$, welches mit $\mathfrak{I}$ und $\mathfrak{k}$ ja auch eine vollständige Algebra ist. Die erste Annahme besagt dann, daß für alle B, C, D, E und F mit D, $E \subseteq F$

$\kappa(C \cap D \cap B \mid E \cap F) = \kappa(C \cap D \mid E \cap F) + \kappa(B \mid E \cap F)$, d.h. mit Definition 5.15

$-\kappa(E \mid F) + \kappa(C \cap D \cap E \cap B \mid F) = -\kappa(E \mid F) + \kappa(C \cap D \cap E \mid F) + (-\kappa(E \mid F) + \kappa(E \cap B \mid F))$, d.h.

(1) $\kappa(C \cap D \cap E \cap B \mid F) = \kappa(C \cap D \cap E \mid \mathrm{F}) + (-\kappa(E \mid F) + \kappa(E \cap B \mid F))$.

Ebenso bedeutet die zweite Annahme, daß für alle B, C, D, E und F mit D, $E \subseteq F$

$\kappa(C \cap E \cap B \mid D \cap F) = \kappa(C \cap E \mid D \cap F) + \kappa(B \mid D \cap F)$, d.h. wie eben

(2) $\kappa(C \cap D \cap E \cap B \mid F) = \kappa(C \cap D \cap E \mid F) + (-\kappa(D \mid F) + \kappa(D \cap B \mid F))$.

Aus (1) und (2) folgt, daß für alle D, $E \subseteq F$

$-\kappa(E \mid F) + \kappa(E \cap B \mid F) = -\kappa(D \mid F) + \kappa(D \cap B \mid F)$.

Daraus ergibt sich weiter, daß für alle Atome E, E' von $\mathfrak{C}$ mit $E, E' \subseteq F$

(3) $\quad -\kappa(E \mid F) + \kappa(E \cap B \mid F) = -\kappa(E' \mid F) + \kappa(E' \cap B \mid F)$.

Nun muß es ein Atom E_0 von $\mathfrak{C}$ mit $E_0 \subseteq F$ geben derart, dass $\kappa(E_0 \mid F) = 0$, da $0 = \kappa(F \mid F) = \min_{E \subseteq F} \kappa(E \mid F)$. Also gilt mit (3) auch $\kappa(E_0 \cap B \mid F) = \min_{E \subseteq F} \kappa(E \cap B \mid F) = \kappa(B \mid F)$. Daraus folgt wiederum mit (3), daß für alle $E \subseteq F$

$-\kappa(E \mid F) + \kappa(E \cap B \mid F) = \kappa(B \mid F)$.

Dieses Ergebnis, in (1) eingesetzt, liefert:

$$\kappa(C \cap D \cap E \cap B \mid F) = \kappa(C \cap D \cap E \mid F) + \kappa(B \mid F)$$

für alle B, C, D, E und F mit $D, E \subseteq F$. Genau das war zu zeigen.

Die zu Satz 5.32 symmetrische Formulierung gilt nicht unbedingt, aber natürlich gilt sie für solche OKFs, relativ zu denen Unabhängigkeit eine symmetrische Relation ist.

Auch hier besteht noch die Analogie zur Wahrscheinlichkeitstheorie. Denn auch in der Wahrscheinlichkeitstheorie läßt sich ein durch σ-Algebren bedingter Unabhängigkeitsbegriff einführen, und es gelten dann die zu den Sätzen 5.30–5.32 analogen Sätze.[1]

Damit will ich meine Demonstration beenden, daß sich OKFs berechtigterweise als qualitatives Gegenstück zu Wahrscheinlichkeitsmaßen verstehen lassen. Die ausführlich dargelegte Parallele läßt vermuten, daß es streng beweisbare, formale Strukturgleichheiten zwischen OKFs und W-Maßen gibt. Es ist mir freilich nicht klar, wie derartiges nachzuweisen wäre, und daher will ich es mit der eher informellen, aber gleichwohl engen Parallele bewenden lassen.

Kehren wir zu guter Letzt wieder an den Ausgangspunkt unserer Forschungsreise zurück. Es geht uns ja nach wie vor um deterministische Prozeßgesetze. Zu welcher Schlußfolgerung wir diesbezüglich kommen, liegt mittlerweile auf der Hand: Die Abschnitte 2.1 und 2.2 hatten demonstriert, daß eine regularitätstheoretische Kausalanalyse unzulänglich bleiben muß. Die eine Folgerung daraus war, daß deterministische Prozeßgesetze, wie sie in den Wissenschaften üblicherweise konzipiert werden, für unsere Zwecke untauglich sind. Die andere Folgerung war,

[1] Vgl. etwa Dawid (1980) und Spohn (1980).

daß wir uns ernsthaft auf Kontrafaktisches und Kontranomologisches einlassen müssen. Dies brachte uns zunächst dazu, die EKFs einzuführen. Allerdings hatte uns schon der Abschnitt 2.3 zwei Ansätze zur Explikation von Kontrafaktischem wenig erfolgversprechend erscheinen lassen. Darum wandten wir uns einem dritten Ansatz zu – nämlich der epistemischen Interpretation, durch die die EKFs, wie ich meine, problemlos verständlich werden. Ein konsequentes Durchdenken dieser epistemischen Interpretation führte uns dann in einem letzten Schritt von den EKFs zu den OKFs. Und drum wollen wir nun definieren:

Definition 5.33: Sei $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ ein D-Prozeßraum. Dann heißt κ ein *deterministisches Prozeßgesetz* für $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ genau dann, wenn κ eine $\mathfrak{A}$-meßbare OKF ist. $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}, \kappa \rangle$ nennen wir dann einen *deterministischen Prozeß*. Statt von deterministischen Prozessen und Prozeßgesetzen reden wir auch von *D-Prozessen und D-Prozeßgesetzen*. Schließlich nennen wir κ auch das Gesetz des D-Prozesses $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}, \kappa \rangle$.

Versuchen wir noch – wie wir es auf den S. 145f. für P-Prozesse getan haben -, kurz unsere Chancen abzuschätzen, mit einer auf D-Prozessen basierenden Kausalanalyse erfolgreich zu sein:

Da ist zunächst noch einmal festzuhalten, daß uns eine realistische, objektivistische Interpretation von D-Prozeßgesetzen, d.h. von OKFs, immer noch fehlt. Diese muß unbedingt noch geliefert werden, denn ohne sie können die OKFs nicht die Kausalanalyse erbringen, die wir uns wünschen. Wie versprochen, werden wir im Abschnitt 6.5 zu dieser wichtigen Frage zurückkehren.

Mit der erarbeiteten epistemischen, auf ein Subjekt *X* bezogenen Interpretation von OKFs können wir allerdings auch schon kausale Begriffe explizieren – zwar nicht die tatsächlichen Kausalverhältnisse, aber die nach Meinung von *X* vorliegenden Kausalverhältnisse. Und für diese Explikation haben wir, soweit man das jetzt sagen kann, in den OKFs eine geeignete Grundlage – geeignet insofern, als gilt: Erstens sind, wie erwünscht, die kontrafaktischen und kontranomologischen Überzeugungen des jeweiligen Subjektes *X* in den OKFs repräsentiert. Zweitens haben wir ein klares, subjektbezogenes Verständnis von den OKFs und damit eine *klare* Basis für eine Kausalanalyse. Und drittens ist dieses Verständnis ein auch intuitiv zirkelfreies, weil in dieses Verständnis *kein* Verständnis der zu explizierenden kausalen Begriffe eingeht.

Diese letzte Aussage ist entscheidend. Doch eine Rückerinnerung an unsere Erläuterung der EKFs und der OKFs läßt vielleicht einen Zweifel an dieser Behauptung aufkeimen. Ist diese Erläuterung wirklich ohne kausale Begriffe ausgekommen? Hier ist nur mit einem freimütigen „Nein“ zu antworten. In diese Erläuterung gingen im Gegenteil kausale Begriffe ganz zentral ein! Denn in dem von uns dauernd untersuchten Problem der Dynamik oder der Änderung epistemischer Zustände ging es ja immer um Kausalbeziehungen; es ging immer um die Frage, wie sich ein durch Erfahrungen irgendwie erzeugter, neuer epistemischer Zustand bezüglich einer kleinen Sachverhaltsmenge auf den epistemischen Zustand bezüglich der Menge aller betrachteten Sachverhalte *auswirkt*; und unsere Antwort darauf bestand in den Regeln der einfachen und der verallgemeinerten Konditionalisierung, die mithin Kausalaussagen über unser epistemisch idealisiertes Subjekt *X* darstellen.[1] In meinen Formulierungen dieser Regeln hatte ich diese Tatsache auch gar nicht verheimlicht. Nichtsdestotrotz wird unser Verständnis der OKFs damit in keiner Weise zirkulär – einfach aufgrund dessen, daß wir mit den epistemisch interpretierten OKFs die Kausalvorstellungen unseres Subjektes *X* und nicht unsere eigenen explizieren,

Dieser Punkt bedarf der Ausführung: Was wir relativ zu einer epistemisch interpretierten, unserem Subjekt *X* zugeschriebenen OKF explizieren, sind ja, wie gesagt, die Kausalvorstellungen *von X*. Um zu verstehen, was es heißt, daß *X* durch diese OKF charakterisiert ist, bedurfte es an keiner Stelle des Rückgriffs auf diese Kausalvorstellungen von *X*. In der Zuschreibung dieser OKF zu *X* sind zwar eine Menge von Kausalhypothesen über den epistemischen Apparat von *X* enthalten, nämlich lauter Hypothesen der Form „wenn *X* die und die Erfahrung machte, glaubte er das und das“. Doch sind diese Kausalhypothesen *unsere* und *nicht* die von *X*, und darum liegt in diesem Verfahren kein Zirkel. In der Tat ist nichts Anstößiges daran, auf der Grundlage spezieller Kausalhypothesen *von uns* zu sagen und herauszufinden, was die Kausalvorstellungen *von X* sind.

Wie ich hier den Kopf aus der Schlinge ziehe, mag manchem als ein fauler Trick erscheinen. Das ist es nicht. An dieser Stelle ist es vielleicht hilfreich, eine Parallele zu einem anderen zentralen philosophischen Problem zu ziehen, bei dem die gleiche Strategie sinnvoll und zulässig ist. Ich meine die Frage nach einer Bedeutungstheorie, d.h. das Problem, (in allgemeiner und systematischer Weise) zu

---

[1] Dies gilt für die probabilistischen Konditionalisierungsregeln ebenso wie für die deterministischen.

sagen, was die Ausdrücke unserer Sprache bedeuten. Schon ein erstes Nachdenken über diese Frage stürzt einen in tiefe Verwirrung. Denn einerseits scheint man lauter banale, aber richtige Antworten auf diese Frage zu haben: „Schnee ist weiß“ bedeutet, daß Schnee weiß ist; und „jetzt ist alles verloren außer der Ehre und einem Salzhering“ bedeutet eben, daß jetzt alles verloren ist außer der Ehre und einem Salzhering. Andererseits fällt es schwer, mit solchen Banalitäten das Geschäft der Bedeutungstheorie als erledigt zu betrachten. Das Verwirrende daran ist, daß gar nicht so recht zu sehen ist, was man anderes tun könnte, als solche Banalitäten hinzuschreiben und vielleicht noch zu systematisieren.[1] Doch sind wir hier gewissermaßen einfach zu nahe an unserem Untersuchungsgegenstand, um ihn scharf erkennen zu können; wir müssen ihn von uns wegschieben. Also könnten wir statt des Deutschen das Englische oder das Katalanische als Untersuchungsgegenstand nehmen. Aber auch das hilft nicht viel. Daß „snow is white“ bedeutet, daß Schnee weiß ist, und daß „ara tot és perdut salvat l’honor y una arengada salada“ bedeutet, daß jetzt alles verloren ist außer der Ehre und einem Salzhering, ist zwar deutlich informativer als die obigen Banalitäten, aber im Hinblick auf die Desiderata einer Bedeutungstheorie macht es uns kaum schlauer.

An diesem Punkt hat Quine eine äußerst hilfreiche theoretische Fiktion eingeführt[2] – nämlich die Fiktion der Erstübersetzung, d.h. der Übersetzung einer bisher völlig unbekannten Sprache, etwa der grälischen, der jede Ähnlichkeit mit schon bekannten Sprachen fehlt. Denn erst durch diese Fiktion erkennt man so richtig, was von einer allgemeinen Bedeutungstheorie zu erwarten ist: Sie muß uns sagen, welche empirischen Gegebenheiten etwa in der grälischen Sprachgemeinschaft vorliegen müssen, damit gerechtfertigt ist, einen grälischen Ausdruck so und so zu übersetzen, d.h. zu sagen, dieser Ausdruck bedeute das und das; und sie muß uns (im Prinzip wenigstens) sagen, woran wir erkennen können, ob diese empirischen Gegebenheiten vorliegen. Am Ende der Übersetzungsprozedur stehen wieder Aussagen der obigen Form, also z.B.: „Doghl aghollan tam“ bedeutet, daß alles verloren ist außer der Ehre und einem Salzhering.[3] Doch ist das nun eine Bedeutungshypothese, die viel Schweiß gekostet hat; und man kennt (zumindest in der

---

[1] Bezüglich der Frage, was denn Tarskis Wahrheitstheorie eigentlich leiste, herrscht die gleiche Verwirrung. Auch wenn sie, wie ich meine, nur die entsprechenden wahrheitstheoretischen Banalitäten systematisiert, so erkennt man an diesem Fall doch, daß diese Systematisierung überhaupt nicht trivial ist und einen wesentlichen Erkenntnisfortschritt bringen kann.

[2] In Quine (1960), ch. II.

[3] S. Franzén (1961), S. 188f.

theoretischen Fiktion) genau den Weg, der einen von beobachtbaren Tatsachen über viele Zwischenschritte und Zusatzannahmen zu dieser Bedeutungshypothese geführt hat. Niemand wird dann bezweifeln, daß solche Bedeutungshypothesen eine echte Erkenntnisleistung darstellen, und niemand wird zu mäkeln anfangen, daß diese Bedeutungstheorie etwa des Grälischen zirkulär sei, weil man bei ihrer Formulierung das Verständnis dessen voraussetze, was die deutschen Ausdrücke bedeuten.

Nachdem man sich so an der Fiktion der Erstübersetzung klargemacht hat, was eine Bedeutungstheorie leisten und welcher Art ihre Aussagen sein sollen, kann man es wagen, den Untersuchungsgegenstand wieder näher an sich heranzuholen; denn man weiß nun der Gefahr zu begegnen, wieder in die obige Verwirrung zu fallen.

Genau diese Strategie wende ich hier auch bei der Explikation kausaler Begrifflichkeit an. Im Rahmen der epistemischen Interpretation können wir wie bei der Erstübersetzung den Untersuchungsgegenstand von uns wegschieben; wir können ihn mit einem anonymen Subjekt *X* und seinen Kausalvorstellungen identifizieren. Auf diese Weise können wir die Bestandteile einer Kausalanalyse, die sich zu einem schwer durchschaubaren Knäuel verwirren, auseinanderziehen und erkennen, daß die vermuteten Zirkularitäten bloß scheinbare sind. Daher ist es klarer und leichter, die Kausalanalyse zunächst in diesem Rahmen durchzuführen. Wenn wir später dann nach der realistischen Interpretation von D- und P-Prozeßgesetzen fragen, müssen wir den Untersuchungsgegenstand ganz nah an uns heranziehen, d. h. uns selbst zum Untersuchungsgegenstand machen, und es wird dann großer Sorgfalt bedürfen, damit sich das, was wir nun auseinandergezogen haben, nicht wieder verwirrt.

5.4 Popper-Maße und ihre Repräsentation

Die vorstehende, lange Diskussion deterministischer Prozeßgesetze legt eine Frage bezüglich probabilistischer Prozeßgesetze nahe, der hier der Vollständigkeit halber nachgegangen sei. Da ich vom Inhalt dieses Abschnitts später keinen Gebrauch machen werde, kann man ihn als bloß technischen Nachschlag betrachten und getrost übergehen.

Die Frage, um die es hier gehen soll, ist folgende: In unserer Diskussion der D-Prozessgesetze hatten alle Komplikationen mit der auf S. 159 gestellten Frage angehoben, wie sich *X*'s epistemischer Zustand in dem Fall ändere, daß er eine Information erhält, die seinen Erwartungen zuwiderläuft. Bis dahin war dieser Fall nicht behandelt, doch konnten wir diese Lücke dann schließen. Nun hatten wir damals festgestellt, daß im probabilistischen Fall die entsprechende, wenngleich weniger schmerzhafte Lücke bestehe – weil sich nämlich im probabilistischen Fall bezüglich Sachverhalten der Wahrscheinlichkeit 0 nicht konditionalisieren ließ. So drängt sich die Frage auf, ob sich auch im probabilistischen Fall diese Lücke schließen läßt, und ihr sei nun nachgegangen.

Drei Methoden gibt es – soweit ich weiß –, um diesem Problem zu Leibe zu rücken. Die erste hat Carnap (1971, 1980), Abschnitte 7 und 21, gewählt. Sie besteht darin, von einem W-Maß *P* zu verlangen, daß es, wie er es nennt, *regulär* ist[1]; dies hat, grob gesagt, den Effekt, die Menge der Sachverhalte *A*, für die $P(A) = 0$, möglichst klein zu halten. Doch es ist klar, daß dies nur eine Methode ist, unser Problem möglichst klein zu halten, und keine Methode, es zu lösen. Zudem läßt sich in vielen Anwendungen Carnaps Forderung der Regularität nicht realisieren.[2] Drum wollen wir diesen Weg nicht weiter verfolgen.

Eine zweite Methode besteht darin, die Wahrscheinlichkeitstheorie in den Rahmen der Nonstandard-Analysis zu verlegen. Es läßt sich dann bewerkstelligen, daß nur der logisch unmögliche Sachverhalt ∅ Wahrscheinlichkeit 0 erhält; denn man kann nun anderen Sachverhalten, die im Rahmen der Standard-Analysis Wahrscheinlichkeit 0 hätten, eine infinitesimale Wahrscheinlichkeit geben und somit auch bezüglich solcher Sachverhalte konditionalisieren.[3] Doch vermag ich die Chancen dieser Methode nicht einzuschätzen, und daher will ich sie gleichfalls beiseite lassen.

Wir werden also in der dritten Methode unser Heil suchen, die voneinander unabhängig und mit ziemlich verschiedenen Absichten von Popper und Rényi entwickelt wurde. Ihre Grundidee besteht darin, den Begriff der bedingten Wahrscheinlichkeit zum Grundbegriff zu machen. Damit liegt von vorneherein keine

---

[1] Das hat nichts damit zu tun, was Mathematiker unter der Regularität eines Maßes verstehen.

[2] So werden etwa in vielen stochastischen Prozessen, die die Physiker diskutieren, die zugehörigen W-Maße nicht in Carnaps Sinne regulär sein, weil die Menge der nicht-stetigen Pfade des jeweiligen Prozesses Wahrscheinlichkeit 0 hat. Darin liegt freilich keine Kritik an Carnap, da es ihm nicht um solche komplizierten Anwendungen ging.

[3] Vgl. etwa Loeb (1979).

Schwierigkeit darin, bedingte Wahrscheinlichkeiten bezüglich eines Sachverhalts zu haben, der bezüglich einer anderen Bedingung Wahrscheinlichkeit 0 hat. Und absolute, nicht-bedingte Wahrscheinlichkeiten erhält man daraus dann, wenn sich der logisch wahre Sachverhalt unter den betrachteten Bedingungen befindet. Formal läßt sich der Begriff der bedingten Wahrscheinlichkeit in der nachstehenden Weise einführen. Ω sei darin und im weiteren eine beliebige, nicht-leere Grundmenge und $\mathfrak{A}$ eine beliebige Mengen-σ-Algebra über Ω.

Definition 5.34: $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{H}, P \rangle$ heißt ein *bedingter Wahrscheinlichkeitsraum (W-Raum)* genau dann, wenn $\mathfrak{H}$ eine nicht-leere Teilmenge von $\mathfrak{A} \setminus \{\varnothing\}$ und P eine Funktion von $\mathfrak{A} \times \mathfrak{H}$ in das geschlossene Intervall [0, 1] ist derart, daß gilt:

(a) für jedes $B \in \mathfrak{H}$ ist die Funktion $P(. \mid B)$ ein W-Maß auf $\mathfrak{A}$ mit $P(B \mid B) = 1$,

(b) für alle $A, B, C, \mathfrak{A}$ mit $C, B \cap C \in \mathfrak{H}$ gilt
$P(A \cap B \mid C) = P(A \mid B \cap C) \cdot P(B \mid C)$.

$\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{H}, P \rangle$ heiße ein *additiver bedingter W-Raum* genau dann, wenn zusätzlich gilt:

(c) wenn $A \in \mathfrak{H}$ und $B \in \mathfrak{H}$, so auch $A \cup B \in \mathfrak{H}$.

Ferner heiße $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{H}, P \rangle$ ein *Popper-Raum* genau dann, wenn neben (a) und (b) gilt:

(d) wenn $P(A \mid B) > 0$ für ein $B \in \mathfrak{H}$, so auch $A \in \mathfrak{H}$.

Schließlich nennen wir $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{H}, P \rangle$ einen *vollen bedingten W-Raum* genau dann, wenn neben (a) und (b) gilt:

(e) $\mathfrak{H} = \mathfrak{A} \setminus \{\varnothing\}$.

Offensichtlich gilt das

Korollar 5.35: Jeder volle bedingte W-Raum ist ein Popper-Raum, und jeder Popper-Raum ist ein additiver bedingter W-Raum.

Die Definition des bedingten W-Raumes geht auf Rényi (1955) zurück. Sie bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung. Sinn der Klausel (b) ist es natürlich, die Verträglichkeit der Wahrscheinlichkeiten unter den verschiedenen Bedingungen zu sichern; ihre Rolle entspricht so der der Klausel (c) von Definition 5.6 (S. 160). Der Begriff des additiven bedingten W-Raumes stammt ebenfalls von Rényi; er wird im weiter unten stehenden Satz 5.39 wichtig werden. Der Begriff des Pop-

per-Raumes rührt natürlich von Popper her; seine Axiomatik in (1969), Neuer Anhang, Teile *II–*V, wurde von Stalnaker (1970) und Harper (1976) und noch weiter von van Fraassen (1976) vereinfacht. Ich habe hier die Definition von van Fraassen (1976), S. 420, wiedergegeben – mit dem einzigen Unterschied, daß van Frassen sich wie Popper selbst auf den hier nicht betrachteten, allgemeineren Fall konzentriert, dass $\mathfrak{A}$ eine Algebra und $P(. \mid B)$ für jedes $B \in \mathfrak{B}$ ein endlich additives W-Maß auf $\mathfrak{A}$ ist.[1] Schließlich ist klar, daß uns von unserer Interessenlage her volle bedingte W-Räume wichtig sind; denn erst in ihnen ist wie bei den EKFs das Konditionalisieren uneingeschränkt möglich.

Da der Begriff des bedingten W-Raumes von der üblichen Wahrscheinlichkeitstheorie her ungewohnt war, war man vor allem an dem Zusammenhang zwischen bedingten W-Räumen und üblichen Maßen bzw. Maßräumen interessiert; ihn zu klären, ist auch für unsere Fragestellung wichtig. Dazu benötigen wir weitere Begriffe:

Definition 5.36: Seien $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{B}, P \rangle$ und $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{B}', P' \rangle$ zwei bedingte W-Räume. Dann heißt der erste eine *Einschränkung* des zweiten bzw. der zweite eine *Erweiterung* des ersten genau dann, wenn gilt:

(a) $\mathfrak{B} \subseteq \mathfrak{B}'$,

(b) für alle $A \in \mathfrak{A}$ und $B \in \mathfrak{B}$ gilt $P(A \mid B) = P'(A \mid B)$.

Definition 5.37: Daß eine Familie $(\mu_x)_{x \in Z}$ von beliebigen Maßen auf $\mathfrak{A}$[2] einen bedingten *W*-Raum $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{B}, P \rangle$ *erzeugt*, heiße, daß folgendes gilt:

(a) für jedes $B \in \mathfrak{B}$ gibt es ein $x \in Z$, so daß $0 < \mu_x(B) < \infty$,

(b) für alle $A \in \mathfrak{A}$, $B \in \mathfrak{B}$ und $x \in Z$ mit $0 < \mu_x(B) < \infty$ ist

$$P(A \mid B) = \frac{\mu_x(A \cap B)}{\mu_x(B)}.$$

Wenn eine Familie von Maßen auf $\mathfrak{A}$ einen bedingten W-Raum erzeugt, so erzeugt sie also nicht nur diesen W-Raum, sondern auch jede Einschränkung davon.

---

[1] Schwächt man meinen obigen Begriff des Popper-Raumes in dieser Weise ab, so entsteht das, was van Fraassen „Popper space“ nennt; hingegen bezeichnet van Fraassen unseren Popper-Raum als „Popper σ-space“. Dieser Unterschied ist zu beachten, wenn man diesen Abschnitt mit der Arbeit van Fraassens vergleicht, von der dieser Abschnitt entscheidend inspiriert worden ist.

[2] D.H.: jedes μ_x ist eine nicht-negative, σ-additive Mengenfunktion auf $\mathfrak{A}$, die insbesondere auch ∞ als Wert annehmen kann.

Dieser Erzeugungsbegriff ist freilich noch uninformativ, da sich jeder bedingte W-Raum $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{B}, P \rangle$ so erzeugen läßt. Man definiere einfach für jedes $B \in \mathfrak{B}$; das Maß μ_B durch $\mu_B(A) = \begin{cases} P(A \mid B) \text{ für } A \in \mathfrak{A} \text{ mit } A \subseteq B; \\ \infty \text{ für } A \in \mathfrak{A} \text{ mit } A \setminus B \neq \emptyset; \end{cases}$ die Familie erzeugt $(\mu_B)_{B \in \mathfrak{B}}$ dann $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{B}, P \rangle$.[1] Damit die Zurückführung bedingter W-Räume auf sie erzeugende Familien von Maßen interessant wird, sind an letztere noch einschränkende Bedingungen zu stellen: $(\mu_B)_{B \in \mathfrak{B}}$

Definition 5.38: Die Familie $(\mu_x)_{x \in Z}$ von Maßen auf $\mathfrak{A}$ heißt *dimensional geordnet* genau dann, wenn es eine totale Ordnung $<$ auf Z gibt, so daß für alle $A \in \mathfrak{A}$ und $x, y \in Z$ gilt: wenn $\mu_y(A) < \infty$ und $x < y$, so $\mu_x(A) = 0$.

In einer dimensional geordneten Familie $(\mu_x)_{x \in Z}$ gibt es also für jedes $A \in \mathfrak{A}$ höchstens ein $x \in Z$ mit $0 < \mu_x(A) < \infty$ und, sofern sie den bedingten W-Raum $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{B}, P \rangle$ erzeugt, für jedes $A \in \mathfrak{B}$ genau ein $x \in Z$ mit $0 < \mu_x(A) < \infty$, wobei dann für jedes $y < x$ $\mu_y(A) = 0$ und für jedes $y > x$ $\mu_y(A) = \infty$. Császár (1955), S. 357f., bewies nun den folgenden

Satz 5.39: Für jeden bedingten W-Raum gilt: es gibt genau dann eine dimensional geordnete, ihn erzeugende Familie von Maßen auf $\mathfrak{A}$, wenn er sich zu einem additiven bedingten W-Raum erweitern läßt.

Dieser Satz liefert eine befriedigende und erschöpfende Darstellung additiver bedingter W-Räume mittels des üblichen Maßbegriffs. Wegen Korollar 5.35 gilt Satz 5.39 insbesondere für Popper-Räume. Es erhebt sich allerdings die Frage, ob sich für die spezielleren Popper-Räume eine aussagekräftigere Darstellung finden läßt. Genau dieser Frage widmet sich van Fraassen (1976). Wie erwähnt, untersucht er dabei den allgemeineren Fall, daß in $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{B}, P \rangle$ $\mathfrak{A}$ eine Algebra und für jedes $B \in \mathfrak{B}$ $P(. \mid B)$ ein endlich additives W-Maß auf $\mathfrak{A}$ ist. Für diesen allgemeineren Fall gelingt ihm die gewünschte Darstellung nur unter einer Zusatzbedingung, die meines Erachtens unschön stark ist.[2] Außerdem ist anzumerken, daß er zwar mit wohlgeordneten Familien von Maßen operiert, die dann aber doch bloß dimensional geordnet sind; dies bedeutet, daß van Fraassens Wohlordnung der

[1] Wie Császár (1955), S. 340, schon bemerkt hat.

[2] Vgl. die Definitionen und das Theorem auf S. 426 von van Fraassen (1976).

Maße nichts mit ihrer dimensionalen Ordnung zu tun hat.[1] Beschränkt man sich hingegen, wie wir es tun, auf Popper-Räume mit den entsprechenden σ-Eigenschaften, so läßt sich eine, wie ich finde, elegantere Darstellung ohne Zusatzbedingungen angeben. Dies sei im folgenden demonstriert.

Unser erster Schritt ist, den Begriff der dimensionalen Ordnung zu dem der dimensionalen Wohlordnung zu verstärken:

Definition 5.40: Die Familie $(\mu_\alpha)_{\alpha<\varsigma}$ von Maßen auf $\mathfrak{A}$ heiße *dimensional wohlgeordnet* genau dann, wenn gilt:
(a) wenn $\mu_\beta(A) < \infty$, so ist für alle $\alpha < \beta$ $\mu_\alpha(A) = 0$,
(b) wenn $\mu_\beta(A) = \infty$, so gibt es ein $\alpha < \beta$ mit $0 < \mu_\alpha(A) < \infty$.

Jede dimensional wohlgeordnete Familie von Maßen ist also dimensional geordnet. Die Beschaffenheit dimensional wohlgeordneter Familien von Maßen ist jedoch schon recht spezieller Natur, welche in Definition 5.40 nicht richtig zum Ausdruck kommt. Die folgende Darstellung fördert dies zu Tage. Vorbereitend beweisen wir das

Lemma 5.41: Ist die Familie $(\mu_\alpha)_{\alpha<\varsigma}$ dimensional wohlgeordnet, so ist der endliche Teil jedes μ_α beschränkt, d.h. für jedes α gibt es eine reelle Zahl x, so daß für alle $A \in \mathfrak{A}$ entweder $\mu_\alpha(A) < x$ oder $\mu_\alpha(A) = \infty$.

Beweis: Sei der endliche Teil von μ_β nicht beschränkt. Dann gibt es in $\mathfrak{A}$ eine Folge $B_1 \subseteq B_2 \subseteq ...$, so daß für alle $n \in \mathbf{N}$ $\mu_\beta(B_n) < \infty$ und für $B = \bigcup_{n\in\mathbf{N}} B_n$ $\mu_\beta(B) = \infty$. Daraus folgt zunächst mit Bedingung (a) von Definition 5.40, daß für alle $\alpha > \beta$ $\mu_\alpha(B) = \infty$. Ferner gilt wegen dieser Bedingung für alle $\alpha < \beta$, daß $\mu_\alpha(B_n) = 0$ für alle $n \in \mathbf{N}$ und somit auch $\mu_\alpha(B) = 0$. Beides zusammen widerspricht aber der Bedingung (b). Q.e.d.

Nunmehr können wir definieren:

[1] Vgl. van Fraassen (1976), S. 427.

Definition 5.42: $(\pi_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ heiße eine *dimensional wohlgeordnete Familie* von W-Maßen auf $\mathfrak{A}$ genau dann, wenn für jedes $\beta < \varsigma$ π_β ein W-Maß auf $\mathfrak{A}$ ist, für das es ein $C_\beta \in \mathfrak{A}$ gibt, so daß $\pi_\beta(C_\beta) = 1$ und für alle $\alpha < \beta$ $\pi_\alpha(C_\beta) = 0$.

Dann gilt der

Satz 5.43: Jede dimensional wohlgeordnete Familie $(\pi_\alpha)_{\alpha<\zeta}$, von W-Maßen auf $\mathfrak{A}$ definiert zusammen mit einer Folge $(x_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ positiver reeller Zahlen auf folgende Weise eine dimensional wohlgeordnete Familie $(\mu_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ von Maßen auf $\mathfrak{A}$:

(*) für alle $\beta < \zeta$ und $A \in \mathfrak{A}$ ist $\mu_\beta(A) = x_\beta \cdot \pi_\beta(A)$, sofern für alle $\alpha < \beta$ $\pi_\alpha(A) = 0$, und ansonsten $\mu_\beta(A) = \infty$.

Umgekehrt wird jede dimensional wohlgeordnete Familie von Maßen auf $\mathfrak{A}$ mittels (*) durch eine dimensional wohlgeordnete Familie von W-Maßen auf $\mathfrak{A}$ und eine Folge positiver reeller Zahlen definiert.

Beweis: Sei $(\mu_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ durch (*) definiert. Daß jedes μ_β ein Maß auf $\mathfrak{A}$ ist, ist klar. Wenn $\mu_\beta(A) < \infty$, so gilt gemäß (*) für alle $\alpha < \beta$ $\pi_\alpha(A) = 0$, d.h. $\mu_\alpha(A) = 0$. Wenn $\mu_\beta(A) = \infty$, so gibt es gemäß (*) ein $\alpha < \beta$ mit $\pi_\alpha(A) > 0$, d. h. mit $0 < \mu_\alpha(A) < \infty$. $(\mu_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ genügt also den Bedingungen (a) und (b) von Definition 5.40 und ist mithin dimensional wohlgeordnet.

Für die Umkehrung nehmen wir an, daß $(\mu_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ eine dimensional wohlgeordnete Familie von Maßen auf $\mathfrak{A}$ ist. Für jedes $a < \zeta$ ist gemäß Lemma 5.41 $x_\alpha = \sup\{\mu_\alpha(A) \mid \mu_\alpha(A) < \infty\} < \infty$. Es gibt demnach eine Folge $A_1 \subseteq A_2 \subseteq \ldots$ in $\{A \mid \mu_\alpha(A) < \infty\}$ mit $\lim_{n\to\infty} \mu_\alpha(A_n) = x_\alpha$. Definieren wir nun $C_\alpha = \bigcup_{n\in\mathbb{N}} A_n$. Dann ist $\mu_\alpha(C_\alpha) = x_\alpha$, und für alle A mit $\mu_\alpha(A) < \infty$ gilt $\mu_\alpha(A \setminus C_\alpha) = 0$, d.h. $\mu_\alpha(A) = \mu_\alpha(A \cap C_\alpha)$. Somit können wir für alle $A \in \mathfrak{A}$ $\pi_\alpha(A) = \frac{1}{x_\alpha} \cdot \mu_\alpha(A \cap C_\alpha)$ setzen. Es ist dann klar, daß jedes π_α ein W-Maß auf $\mathfrak{A}$ ist derart, daß $\pi_\alpha(C\alpha) = 1$ und $\pi_\beta(C_\alpha) = 0$ für $\beta < \alpha$, und daß $(\pi_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ zusammen mit $(x_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ über (*) gerade $(\mu_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ definiert. Q.e.d.

An Stelle von dimensional wohlgeordneten Familien von Maßen auf $\mathfrak{A}$ können wir also mit den durchsichtigeren und informativeren, dimensional wohlgeordneten Familien von W-Maßen auf $\mathfrak{A}$ weiterarbeiten. Es ist dabei zu beachten, daß zwei dimensional wohlgeordnete Familien $(\mu_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ und $(\mu'_\alpha)_{\alpha<\zeta}$, die sich nur dadurch unterscheiden, daß sie mit zwei verschiedenen Folgen $(x_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ und $(x'_\alpha)_{\alpha<\zeta}$, aber durch dieselbe wohlgeordnete Familie $(\pi_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ definiert sind, gemäß Definition 5.37 genau dieselben bedingten W-Räume erzeugen. Wir können daher den Erzeugungsbegriff auch direkt auf dimensional wohlgeordnete Familien von W-Maßen beziehen:

Definition 5.44: Die dimensional wohlgeordnete Familie $(\pi_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ von W-Maßen auf $\mathfrak{A}$ *erzeugt* den bedingten W-Raum $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{B}, P\rangle$ genau dann, wenn $\mathfrak{B} = \{B \in \mathfrak{A} \mid$ es gibt ein $\alpha < \zeta$ mit $\pi_\alpha(B) > 0\}$ und wenn für alle $A \in \mathfrak{A}$, $B \in \mathfrak{B}$ $P(A \mid B) = \pi_\beta(A \mid B)$ wobei $\beta = \min\{\alpha \mid \pi_\alpha(B) > 0\}$.

Die unwichtige Eigenheit, daß gemäß Definition 5.37 mit einem bedingten W-Raum auch jede seiner Einschränkungen erzeugt wird, haben wir dabei in Definition 5.44 eliminiert.

Unser erstes Ziel ist damit erreicht:

Satz 5.45: Jede dimensional wohlgeordnete Familie $(\pi_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ von W-Maßen auf $\mathfrak{A}$ erzeugt einen Popper-Raum.

Beweis: Seien $\mathfrak{B}$ und P wie in Definition 5.44 festgelegt. Daß $\mathfrak{B}$ und P dann Bedingung (a) von Definition 5.34 erfüllen, ist trivial. Bedingung (b) ist auch erfüllt: Denn sei $A, B, C \in \mathfrak{A}$ mit $C, B \cap C \in \mathfrak{B}$, und sei $\gamma = \min\{\alpha \mid \pi_\alpha(C) > 0\}$ und $\beta = \min\{\alpha \mid \pi_\alpha(B \cap C) > 0\}$. Wenn $\beta > \gamma$, so ergibt sich $P(B \mid C) = P(A \cap B \mid C) = 0$; und wenn $\beta = \gamma$, so wird die Gleichung $P(A \cap B \mid C) = P(A \mid B \cap C) \cdot P(B \mid C)$ zum wahrscheinlichkeitstheoretischen Lehrsatz $\pi_\gamma(A \cap B \mid C) = \pi_\gamma(A \mid B \cap C) \cdot \pi_\gamma(B \mid C)$. Schließlich ist auch die Bedingung (d) erfüllt: Denn sei $P(A \mid B) > 0$ für ein $B \in \mathfrak{B}$, d.h. $\pi_\beta(A \mid B) > 0$ für $\beta = \min\{\alpha \mid \pi_\alpha(B) > 0\}$. Daraus folgt $\pi_\beta(A \cap B) > 0$ und $\pi_\beta(A) > 0$, d. h. $A \in \mathfrak{B}$. Q.e.d.

Unser zweites Ziel ist, diesen Satz umzukehren. Dazu müssen wir uns freilich etwas mehr anstrengen, In den folgenden Hilfsdefinitionen und Lemmata sei dazu von einem festen Popper-Raum $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{H}, P \rangle$ ausgegangen.

Lemma 5.46: Für alle $A, C \in \mathfrak{A}$ und $B \in \mathfrak{H}$ gilt: wenn $P(A \mid B) > 0$, so auch $P(A \cup C \mid B \cup C) > 0$.[1]

Beweis: Wenn $P(C \mid B \cup C) > 0$, so gilt in jedem Fall $P(A \cup C \mid B \cup C) > 0$. Wenn $P(C \mid B \cup C) = 0$, so haben wir $P(B \mid B \cup C) = 1$. Also gilt $P(A \cup C \mid B \cup C) \geq P((A \cup C) \cap B \mid B \cup C) = P(A \cup C \mid B) \cdot P(B \mid B \cup C)$ aufgrund von Bedingung (b) von Definition 5.34. Nach Voraussetzung sind beide Glieder dieses Produktes positiv. Q.e.d.

Nun erklären wir eine Ordnungsrelation für die Sachverhalte in $\mathfrak{A}$: Für alle A, $B \in \mathfrak{A}$ gelte $A \preceq B$ genau dann, wenn $A \cup B \in \mathfrak{H}$ und $P(B \mid A \cup B) > 0$ oder wenn $A, B \in \mathfrak{A} \setminus \mathfrak{H}$. Weiterhin gelte $A \sim B$ genau dann, wenn $A \preceq B$ und $B \preceq A$, und $A \prec B$ genau dann, wenn $A \preceq B$ und nicht $B \preceq A$, $\preceq$ erweist sich als eine schwache Ordnung in $\mathfrak{A}$:

Lemma 5.47: $\preceq$ ist konnex, d.h. für alle $A, B \in \mathfrak{A}$ gilt $A \preceq B$ oder $B \preceq A$,

Der Beweis dafür ist trivial.

Lemma 5.48: $\preceq$ ist transitiv, d.h. für alle $A, B, C \in \mathfrak{A}$ gilt: wenn $A \preceq B$ und $B \preceq C$, so $A \preceq C$.

Beweis: Für den Fall, daß $A, B \in \mathfrak{A} \setminus \mathfrak{H}$ oder $B, C \in \mathfrak{A} \setminus \mathfrak{H}$, ist das Lemma trivial. Nehmen wir also an, daß $P(B \mid A \cup B) > 0$ und $P(C \mid B \cup C) > 0$. Aus ersterem folgt mit Lemma 5.46 $P(B \cup C \mid A \cup B \cup C) > 0$. Mit Bedingung (b) von Definition 5.34 gilt dann $P(C \mid A \cup C) \geq P(C \mid A \cup B \cup C) = P(C \mid B \cup C) \cdot P(B \cup C \mid A \cup B \cup C) > 0$. Q.e.d.

$\sim$ ist mithin eine Äquivalenzrelation in $\mathfrak{A}$. Daß die durch $\sim$ erzeugten Äquivalenzklassen sogar wohlgeordnet sind, ist das Ergebnis von

---

[1] Dieses Lemma formuliert van Fraassen (1976) auf S. 424.

Lemma 5.49: Es gibt keine unendliche, streng monoton aufsteigende Folge in $\mathfrak{A}$, d.h. keine Folge $A_1 \prec A_2 \prec A_3 \prec ...$

Beweis: Gelte für $m < n$ $A_m \prec A_n$. Für $m < n$ gilt also $P(A_m \mid A_m \cup A_n) = 0$. Sei nun $A = \bigcup_{n \in \mathbf{N}} A_n$. Dann gilt für alle $m \in \mathbf{N}$ $P(A_m \mid A) = 0$. Daraus folgt $P(A \mid A) = 0$, was nicht sein kann. Q.e.d.

Die nächsten beiden Lemmata geben Auskunft über die Struktur der von ~ erzeugten Äquivalenzklassen. Sei dazu für jedes $A \in \mathfrak{A}$ $\mathfrak{R}_A = \{B \in \mathfrak{A} \mid B \preceq A\}$ und $\mathfrak{R}'_A = \{B \in \mathfrak{A} \mid B \prec A\}$, so daß $\{B \in \mathfrak{A} \mid A \sim B\} = \mathfrak{R}_A \setminus \mathfrak{R}'_A$. Ein σ-Ideal in $\mathfrak{A}$ ist dabei bekanntlich eine Teilmenge von $\mathfrak{A}$, welche mit $A_1, A_2, \ldots$ auch alle $B \in \mathfrak{A}$, für die $B \subseteq A$, und mit $A_1, A_2, \ldots$ auch $\bigcup_{n \in \mathbf{N}} A_n$ als Elemente enthält.

Lemma 5.50: Für jedes $A \in \mathfrak{A}$ sind $\mathfrak{R}_A$ und $\mathfrak{R}'_A$ σ-Ideale in $\mathfrak{A}$.

Beweis: Sei erstens $B \in \mathfrak{R}_A$ und $C \subseteq B$. Das heißt, daß $B \preceq A$ und $C \preceq B$. Also gilt mit Lemma 5.48 auch $C \preceq A$, d.h. $C \in \mathfrak{R}_A$. Sei zweitens für alle $n \in \mathbf{N}$ $B_n \in \mathfrak{R}_A$ und $B = \bigcup_{n \in \mathbf{N}} B_n$. Also gilt für alle n $B_n \preceq A$, d.h. $P(A \mid A \cup B_n) > 0$. Wegen $P(B \mid B) = 1$ muß es ein $m \in \mathbf{N}$ geben, für das $P(B_m \mid B) > 0$. Mit Lemma 5.46 folgt daraus, daß $P(A \cup B_m \mid A \cup B) > 0$. Also gilt auch $P(A \mid A \cup B) = P(A \cup B_m \mid A \cup B) \cdot P(A \mid A \cup B_m) > 0$, d.h. $B \preceq A$. Mithin ist $\mathfrak{R}_A$ ein σ-Ideal in $\mathfrak{A}$. Daß $\mathfrak{R}'_A$ ebenfalls ein σ-Ideal in $\mathfrak{A}$ ist, folgt dann aus der Wohlgeordnetheit der von ~ erzeugten Äquivalenzklassen, die impliziert, daß es ein $B \in \mathfrak{A}$ mit $\mathfrak{R}_B = \mathfrak{R}_A$ gibt. Q.e.d.

Für $A \in \mathfrak{H}$ ist $\mathfrak{R}_A$ dabei recht spezieller Beschaffenheit:

Lemma 5.51: Für jedes $A \in \mathfrak{H}$ gibt es ein $C \in \mathfrak{R}_A$, so daß $\mathfrak{R}_A = \{B \in \mathfrak{A} \mid$ es gibt ein $B' \in \mathfrak{R}'_A$ mit $B \subseteq C \cup B'\}$.

Beweis: Zunächst gilt $\inf_{A' \in \mathfrak{R}_A} P(A \mid A') > 0$. Denn gäbe es in $\mathfrak{R}_A$ eine Folge $A_1 \subseteq A_2 \subseteq \ldots$ mit $\lim_{n \to \infty} P(A \mid A \cup A_n) = 0$, so gälte für $A' = \bigcup_{n \in \mathbf{N}} A_n$ einerseits $P(A \mid A \cup A') = 0$, d.h. $A \prec A'$, andererseits aber $A' \in \mathfrak{R}_A$, da $\mathfrak{R}_A$ nach Lemma 5.50 ein σ-

Ideal ist; und das ist ein Widerspruch. Wiederum weil $\mathcal{R}_A$ ein σ-Ideal ist, gibt es sogar ein $C \in \mathcal{R}_A$ mit $A \subseteq C$ und $P(A \mid C) = \inf_{A' \in R_A} P(A \mid A')$. Trivialerweise gilt dann für $B' \in \mathcal{R}'_A$ und $B \subseteq C \cup B'$, daß $B \in \mathcal{R}_A$. Sei umgekehrt $B \in \mathcal{R}_A$. Dann gilt $P(A \mid B \cup C) = P(A \mid C)$. Wegen Bedingung (b) von Definition 5.34 gilt auch $P(A \mid B \cup C) = P(A \mid C) \cdot P(C \mid B \cup C)$. Daraus folgt $P(C \mid B \cup C) = 1$, d.h. $P(B \setminus C \mid B \cup C) = 0$, d.h. $B \setminus C \prec C$, und somit $B \setminus C \in \mathcal{R}'_A$. Mithin gibt es ein $B' \in \mathcal{R}'_A$ mit $B \subseteq C \cup B'$. Q.e.d.

Das bisher Bewiesene zusammenfassend, können wir also eine wohlgeordnete Folge $(\mathcal{R}_\alpha)_{\alpha<\zeta+1}$ von σ-Idealen in $\mathfrak{A}$ in folgender Weise definieren: $\mathcal{R}_0 = \mathfrak{A}$, $\mathcal{R}_{\alpha+1} = \{B \in \mathfrak{A} \mid B \prec A$ für ein $A \in \mathcal{R}_\alpha\}$ und, falls α eine Limeszahl ist, $\mathcal{R}_\alpha = \bigcap_{\beta<\alpha} \mathcal{R}_\beta$. Für $\alpha < \beta$ gilt dann $\mathcal{R}_\beta \subset \mathcal{R}_\alpha$; jede von ~ erzeugte Äquivalenzklasse hat die Form $R_\alpha \setminus R_{\alpha+1}$; und es gilt $R_\zeta = \mathfrak{A} \setminus B$. Schließlich gibt es für jedes $\alpha < \zeta$ ein $C_\alpha \in \mathcal{R}_\alpha$, so daß $\mathcal{R}_\alpha = \{B \in \mathfrak{A} \mid$ es gibt $B' \in \mathcal{R}_{\alpha+1}$ mit $B \subseteq C_\alpha \cup B'\}$. Damit liegt unser zweites Hauptergebnis auf der Hand.

Satz 5.52: Jeder Popper-Raum $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{H}, P \rangle$ wird von einer dimensional wohlgeordneten Familie $(\pi_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ von W-Maßen auf $\mathfrak{A}$ erzeugt.

Beweis: Sei C_α wie gerade festgestellt, und sei für alle $A \in \mathfrak{A}$ $\pi_\alpha(A) = P(A \mid C_\alpha)$. Jedes π_α ist demnach ein W-Maß auf $\mathfrak{A}$ mit $\pi_\alpha(C_\alpha) = 1$. Ferner gilt für $\alpha < \beta$ $\pi_\alpha(C_\beta) = P(C_\beta \mid C_\alpha) = 0$, da $C_\beta \prec C_\alpha$. Die Familie $(\pi_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ ist also dimensional wohlgeordnet. Sie erzeugt auch $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{H}, P \rangle$. Denn erstens gibt es für jedes $B \in \mathfrak{A}$ genau dann ein $\alpha < \zeta$ mit $\pi_\alpha(B) > 0$, wenn $B \in \mathcal{R}_\alpha$ für ein $\alpha < \zeta$, d.h. wenn $B \in \mathfrak{H}$. Sei zweitens für $B \in \mathfrak{H}$ $\beta = \min\{\alpha \mid \pi_\alpha(B) > 0\}$. Nach Definition von π_α heißt dies, daß $\beta = \min\{\alpha \mid P(B \mid C_\alpha) > 0\}$. Daraus folgt $C_\beta \preceq B$ und $B \prec C_\alpha$ für alle $\alpha < \beta$, d.h. $B \sim C_\beta$, und somit $B \in \mathcal{R}_\beta \setminus \mathcal{R}_{\beta+1}$. Dies impliziert, daß $B \setminus C_\beta \in \mathcal{R}_{\beta+1}$, und so, daß $P(B \setminus C_\beta \mid B) = 0$. Daher ergibt sich für $A \in \mathfrak{A}$, daß

$$\begin{aligned} \pi_\beta(A \mid B) &= \frac{\pi_\beta(A \cap B)}{\pi_\beta(B)} = \frac{P(A \cap B \mid C_\beta}{P(B \mid C_\beta} && \text{(nach Definition von } \pi_\beta) \\ &= P(A \mid B \cap C_\beta) && \text{(mit Definition 5.34, (b))} \\ &= P(A \mid B), \end{aligned}$$

denn wegen $P(B \setminus C_\beta \mid B) = 0$ gilt $P(B \cap C_\beta \mid B) = 1$. Q.e.d.

Ein keiner Beweisanstrengungen bedürftiges Anhängsel daran ist der

Satz 5.53: Ein bedingter W-Raum ist genau dann ein voller, wenn er von einer dimensional wohlgeordneten Familie $(\pi_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ von W-Maßen auf $\mathfrak{A}$ erzeugt wird, für die gilt: für jedes $A \in \mathfrak{A} \setminus \{\emptyset\}$ gibt es ein $\alpha < \zeta$ mit $\pi_\alpha(A) > 0$.

Mit den Sätzen 5.45, 5.52 und 5.53 ist unsere deterministisch-probabilistische Analogie ziemlich perfekt. Sie springt unmittelbar ins Auge, wenn man die Definitionen der EKFs (S. 159f.), der wohlgeordneten Zerlegungen und der Erzeugung ersterer durch letztere und den Satz 5.9 (S. 166) mit den Definitionen der Popper- oder der vollen bedingten W-Räume, der dimensional wohlgeordneten Familien von W-Maßen, der Erzeugung ersterer durch letztere und den Sätzen 5.45, 5.52 und 5.53 vergleicht. Die Analogie ist in der Tat so eng, daß es nicht weiters schwierig ist, sie formal zu verfestigen – in Theoremen, die den Zusammenhang zwischen EKFs und der Menge der Paare $\langle B, A\rangle$, für die in einem Popper-Raum $P(A \mid B) = 1$ gilt, feststellen. Doch wollen wir nun auf diesem Nebengeleise unserer Untersuchung nicht weiter fortfahren. Zwei abschließende Bemerkungen mögen genügen:

Der Vergleich zwischen unserem Abschnitt 5.2 und dem jetzigen stößt auf ein technisches Hindernis, welches darin besteht, daß sich für die deterministische Seite vollständige Algebren als natürliche Sachverhaltsstrukturen empfahlen, während es im Probabilistischen natürlich ist, mit σ-Algebren zu arbeiten. Theoreme über den Zusammenhang zwischen EKFs und Popper-Räumen müssen hier also eine Angleichung vornehmen. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen.

Einerseits kann man auch im deterministischen Fall nur mit σ-Algebren operieren und die EKFs dementsprechend abschwächen, was heißen soll, daß das Postulat von S. 157, wonach X mit allen $B \in \mathfrak{H} \subseteq \mathfrak{A}$ auch $\bigcap\mathfrak{H}$ glaubt, auf abzählbare Teilmengen $\mathfrak{H}$ von $\mathfrak{A}$ einzuschränken und alle weiteren Begriffsbildungen entsprechend zu modifizieren wären.

Andererseits kann man unter einer gewissen Voraussetzung auch die umgekehrte Methode wählen: Ihr erster Schritt besteht darin, die vorstehenden Definitionen und Sätze von Mengen-σ-Algebren ganz routinemäßig auf beliebige Boolesche σ-Algebren zu verallgemeinern. In einem zweiten Schritt können wir von einem Popper-Raum $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{H}, P\rangle$ im bisherigen Sinn, wonach $\mathfrak{A}$ eine Mengen-σ-

Algebra über Ω ist, zu seinem „Quotienten-Popper-Raum“ $\langle \hat{\mathfrak{A}}, \hat{\mathfrak{H}}, \hat{P} \rangle$ übergehen, worin $\hat{\mathfrak{A}}$ die Quotienten-σ-Algebra $\mathfrak{A} / \mathfrak{A} \setminus \mathfrak{H}$ ist und $\hat{\mathfrak{H}} \subseteq \hat{\mathfrak{A}}$ und das auf $\hat{\mathfrak{A}} \times \hat{\mathfrak{H}}$ definierte $\hat{P}$ in entsprechender Weise aus $\mathfrak{H}$ und P hervorgehen.[1] $\langle \hat{\mathfrak{A}}, \hat{\mathfrak{H}}, \hat{P} \rangle$ ist dann ein *voller* bedingter W-Raum. In der gleichen Weise können wir von der $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{H}, P \rangle$ erzeugenden, dimensional wohlgeordneten Familie $(\pi_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ von W-Maßen auf $\mathfrak{A}$ zu der Familie $(\hat{\pi}_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ von W-Maßen auf $\hat{\mathfrak{A}}$ übergehen. Machen wir nun die einschränkende Voraussetzung, daß es irgendein σ-endliches Maß auf $\mathfrak{A}$ gibt, welches genau den Elementen von $\mathfrak{A} \setminus \mathfrak{H}$ das Maß 0 zuordnet. Mit dieser Voraussetzung gilt dann, daß $\hat{\mathfrak{A}}$ eine *vollständige* Boolesche Algebra und jedes σ-Ideal $\hat{\mathfrak{K}}$ in $\hat{\mathfrak{A}}$ ein vollständiges und mithin ein prinzipales Ideal in $\hat{\mathrm{A}}$ ist, für das es also ein $\hat{C} \in \hat{\mathfrak{A}}$ mit $\hat{\mathfrak{K}} = \{\hat{A} \in \hat{\mathfrak{A}} \mid \hat{A} \subseteq \hat{C}\}$ gibt.[2] Wenn man nun aus $\langle \hat{\mathfrak{A}}, \hat{\mathfrak{H}}, \hat{P} \rangle$ die Folge $(\hat{\mathfrak{K}}_\alpha)_{\alpha<\zeta+1}$ von σ-Idealen in $\hat{\mathfrak{A}}$ so wie für Satz 5.52 konstruiert, so ist also jedes $\hat{\mathfrak{K}}_\alpha$ vollständig, so daß für $\hat{C}_\alpha = \bigcup \hat{\mathfrak{K}}_\alpha$ gilt: $\hat{A} \in \hat{\mathfrak{K}}_\alpha$ gdw. $\hat{A} \subseteq \hat{C}_\alpha$. Daraus folgt weiter, daß für $\alpha < \beta$ $\hat{C}_\beta \subset \hat{C}_\alpha$, und so, daß $\hat{A} \in \hat{\mathfrak{K}}$ $\hat{\pi}_\alpha(\hat{A}) = 0$ gdw. $\hat{A} \subseteq \hat{C}_{\alpha+1}$ und $\hat{\pi}_\alpha(\hat{A}) = 1$ gdw. $\hat{C}_\alpha \setminus \hat{C}_{\alpha+1} \subseteq \hat{A}$. Schließlich erzeugt $(\hat{\pi}_\alpha)_{\alpha<\zeta}$ den vollen bedingten W-Raum $\langle \hat{\mathfrak{A}}, \hat{\mathfrak{H}}, \hat{P} \rangle$ so, daß in Verschärfung von Definition 5.44 gilt: für alle $\hat{A}, \hat{B} \in \hat{\mathfrak{A}}$ mit $\hat{B} \neq \hat{\varnothing}$ [3] ist $\hat{P}(\hat{A} \mid \hat{B}) = \hat{\pi}_\beta(\hat{A} \mid \hat{B})$, wobei $\beta = \min\{\alpha \mid \hat{B} \cap (\hat{C}_\alpha \setminus \hat{C}_{\alpha+1}) \neq \hat{\varnothing}\}$. Auf diese Weise wird also der Zusammenhang zwischen Popper-Räumen und EKFs noch direkter.

Die Stoßrichtung der zweiten Bemerkung liegt damit auf der Hand. Denn das Ungenügen der EKFs, welches uns zur Einführung der OKFs veranlaßte, haftet offenkundig auch den Popper-Räumen an. Relativ zu einem Popper-Raum $\langle \Omega, \mathfrak{A}, \mathfrak{H}, P \rangle$ können wir zwar für jeden Sachverhalt $A \in \mathfrak{A}$ sagen, welche Wahrscheinlichkeit er unter einer beliebigen Bedingung $B \in \mathfrak{H}$ hat. Doch mit der Frage, welche neue Funktion P' aus P durch Konditionalisierung bezüglich B entstehen soll, kommen wir in die gleiche Bredouille wie auf den Seiten 170-175. Wie sich diese Schwierigkeiten lösen lassen, dürfte klar sein: nämlich mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Entitäten, die sich zu OKFs wie Popper-Räume zu EKFs verhalten. Diese zu definieren und in Analogie zur normalen Wahrscheinlichkeitstheorie und zu Abschnitt 5.3 für sie eine Theorie zu entwickeln, ist mühselige, aber wenig

---

[1] S. dazu R. Sikorski (1969), §§ 21 und 42. Die Bildung der Quotienten-σ-Algebra $\mathfrak{A} / \mathfrak{A} \setminus \mathfrak{H}$ ist dabei deswegen möglich, weil $\mathfrak{A} \setminus \mathfrak{H}$ gemäß Lemma 5.50 ein σ-Ideal in $\mathfrak{A}$ ist.

[2] S. dazu Sikorski (1969), S.72–76. Der Einfachheit halber verwende ich für die Booleschen Operationen und Relationen in $\hat{\mathfrak{A}}$ die entsprechende mengentheoretische Symbolik.

[3] $\hat{\varnothing}$ sei das Nullelement von $\hat{\mathfrak{A}}$.

schwierige Schreibarbeit, der wir uns jetzt nicht unterziehen wollen. Auch die nun zu formulierende Kausalitätstheorie ließe sich leicht auf diese Entitäten verallgemeinern. Doch haben wir mit den OKFs schon genug an Exotischem, und daher wollen wir es auf der probabilistischen Seite mit normalen Wahrscheinlichkeitsmaßen bewenden lassen. Die kleinen Schwierigkeiten, die sich ergeben werden, weil sich mit normalen W-Maßen nur in begrenztem Umfang bedingte Wahrscheinlichkeiten bilden lassen, müssen und können wir dabei in Kauf nehmen.

KAPITEL 6

KAUSALITÄT IN DETERMINISTISCHEN UND PROBABILISTISCHEN PROZESSEN

In den letzten beiden Kapiteln haben wir uns ausgiebig eines angemessenen Verständnisses dessen versichert, was wir als deterministische und probabilistische Prozesse definiert haben, und zugleich begründet, daß sich kausale Begrifflichkeit am besten relativ zu ihnen explizieren lassen müßte. Diese Hoffnung gilt es nunmehr einzulösen. Dies geschieht hier – teilweise vorläufig und unter technischen Beschränkungen – in fünf Abschnitten:

Der Abschnitt 6.1 hat zwei Gegenstände. Zum einen werden hier eingedenk der in Kapitel 3 gewonnenen Empfehlungen[1] nur direkte und noch keine anderen Ursachen expliziert; ein Vergleich mit den in Kapitel 2 geschilderten Konzeptionen kann dann schon genau aufzeigen, inwiefern diese Explikation diese Konzeptionen verbessert oder präzisiert. Zum andern wird auf der Grundlage der bisher dauernd diskutierten epistemischen Interpretation von Prozeßgesetzen expliziert, was es heißt, daß ein Sachverhalt *A* für ein bestimmtes Subjekt – d.h. relativ zu dem Prozeßgesetz, welches den epistemischen Zustand dieses Subjekts repräsentiert – ein Grund für einen Sachverhalt *B* ist, also dafür, *B* zu glauben oder eher zu glauben. Es wird hier also die Problematik (9) von Kapitel 1 (S. 21) aufgegriffen.

Diese Explikationen gestatten schon einige interessante erkenntnistheoretische Anwendungen, die in den Abschnitten 6.2 und 6.3 ausgeführt sind. Der Abschnitt 6.2 enthält einige präzise Feststellungen über das Verhältnis zwischen Ursachen und Gründen oder, in aktuellerer Terminologie, zwischen Erklärungen und Voraussagen und sagt insbesondere, unter welchen Bedingungen Erklärungen als Voraussagen hätten dienen können. Und im Abschnitt 6.3 ergeben sich einige Bemerkungen zu den Punkten (1) und (2) von Kapitel 1 (S. 9-12), d.h. zu der spe-

[1] Vgl. insbesondere S. 98f.

ziellen erkenntnistheoretischen Rolle des Ursachenbegriffs im allgemeinen und (von Versionen) des Kausalprinzips im besonderen. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, daß dieses Kapitel in diesem und den folgenden Abschnitten eher vorläufigen und programmatischen Charakter hat.

Im Abschnitt 6.4 wird skizziert, wie sich nun eine detaillierte Kausalitätstheorie entwickeln ließe. Die Grundlage dafür bilden zwei weitere Begriffe: nämlich der Begriff der Ursache schlechthin, d.h. der direkten *oder* indirekten Ursache, und die Relation der kausalen Abhängigkeit zwischen Faktoren; und deren Explikation wird im Abschnitt 6.4 geliefert. Der Abschnitt 6.5 nimmt schließlich noch Stellung zu einer dauernd hintangestellten Frage, nämlich zu der Frage, worin eine realistische Interpretation von OKFs bestehen könnte und welcher Art die Beziehung zwischen OKFs und Naturgesetzen ist.

Es sind noch einige technische Vorbemerkungen nötig. Ich werde in diesem Kapitel von einem beliebigen D-Prozeß $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}, \kappa \rangle$ beziehungsweise von einem beliebigen P-Prozeß $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}, P \rangle$ ausgehen; alle formalen Ausführungen werden sich darauf beziehen. Damit ist auch schon angezeigt, daß ich den deterministischen und den probabilistischen Fall in einem Zug behandeln werde. Dies wird dem Leser die Beweglichkeit abverlangen, dauernd zwischen dem deterministischen und dem probabilistischen Formalismus hin und her zu schalten. Diese Zumutung scheint mir gleichwohl sinnvoll zu sein. Denn erstens wird dadurch die sehr weitreichende Parallelität zwischen dem deterministischen und dem probabilistischen Fall viel augenfälliger; und wo diese Parallele so eng ist, bleibt dem Leser dadurch zweitens die ermüdende Wiederholung erspart, auf die eine getrennte Behandlung der beiden Fälle im wesentlichen hinausgelaufen wäre.

$\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ sei dabei ein Prozeßraum relativ zu $(\langle \Omega^u, \mathfrak{A}^u \rangle)_{u \in U}$, T und $\leq$.[1] Die entscheidende technische Beschränkung für dieses Kapitel besteht nun darin, daß wir annehmen wollen, daß $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ ein *endlicher* und *simultaneitätsfreier* Prozeßraum ist.[2] Ω ist also endlich, und damit ist jede σ-Algebra über Ω vollständig, so daß wir im deterministischen wie im probabilistischen Fall mit denselben $\mathfrak{A}^u$ ($u \in U$) und demselben $\mathfrak{A}$ arbeiten können. Wie schon auf S. 113 erwähnt, halten wir uns mit der Annahme, daß $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ endlich ist, alle höhere Mathematik vom Leibe; und die Annahme, daß $\langle I, \Omega, \mathfrak{A} \rangle$ simultaneitätsfrei ist, gestattet uns, die Frage nach den Kausalverhältnissen zwischen gleichzeitigen Sachverhalten auszuklam-

[1] Vgl. Definition 4.1, S. 110f.
[2] Vgl. Definition 4.4, S. 112f.

mern. Das Problem, wie unsere Kausalitätstheorie von diesen Beschränkungen befreit werden kann, muß hier zukünftigen Untersuchungen überlassen werden. Doch wird der Leser, so hoffe ich, den Eindruck gewinnen können, daß die Beseitigung dieser Beschränkungen keine so prinzipiellen Schwierigkeiten aufwerfen dürfte, daß von daher unsere so beschränkte Kausalitätstheorie wieder in Zweifel gezogen würde.[1]

So bleibt im Moment nur noch, die teilweise schon auf S. 110ff. eingeführten Notationen zusammenzustellen, die wir im Weiteren dauernd verwenden werden: Für jeden Faktor $i = \langle u, t\rangle \in I \subseteq U \times T$ sei $\tau_i = t$ der Zeitpunkt, zu dem sich i realisiert. Für jedes $J \subseteq I$ sei $\mathfrak{A}_J$ die von $\bigcup_{i \in J} \mathfrak{A}_i$ erzeugte Algebra.[2] Statt $\mathfrak{A}_{\{i_1,\ldots,i_n\}}$ schreiben wir auch einfach $\mathfrak{A}_{i_1,\ldots,i_n}$. Wenn für $j \in I$ $J = \{i \in I \mid \tau_i < \tau_j\}$, so schreiben wir statt $\mathfrak{A}_J$ auch $\mathfrak{A}_{<j}$. Entsprechend sei die Notation $\mathfrak{A}_{>j}$ erklärt. Ferner schreiben wir für $\mathfrak{A}_{J \setminus K}$ auch $\mathfrak{A}_J^K$; $\mathfrak{A}_{<j}^i$ ist demnach dasselbe wie $\mathfrak{A}_J$, wo $J = \{k \in I \mid \tau_k < \tau_i$ und $k \neq i\}$. Schließlich sei für jedes $J \subseteq I$ $\mathfrak{Z}_J$ die Menge der Atome von $\mathfrak{A}_J$.[3] Für jedes $J \subseteq I$ ist $\mathfrak{Z}_J$ mithin eine Zerlegung von Ω, so daß wir für jedes $\omega \in \Omega$ von *dem* Z mit $\omega \in Z \in \mathfrak{Z}_J$ reden dürfen. Die Notationen $\mathfrak{Z}_{i_1,\ldots,i_n}$, $\mathfrak{Z}_{<j}$, $\mathfrak{Z}_J^K$ und $\mathfrak{Z}_{<j}^i$ seien entsprechend erklärt. Dies wird fürs erste genügen.

6.1 Gründe und direkte Ursachen

Die Unterscheidung zwischen *causa* oder *causa fiendi* oder *causa essendi* einerseits und *ratio* oder *causa cognescendi* andererseits oder, zu deutsch, zwischen *Ursache* oder *Werdens-* oder *Seinsgrund* einerseits und *Grund* oder *Erkenntnis-* oder *Vernunftgrund* andererseits, diese Unterscheidung hat in der Philosophie eine lange und wechselvolle Geschichte.[4] Sicherlich schwankte diese Unterscheidung im Laufe der Zeit; oft wurde noch feiner differenziert, etwa zwischen *causa fiendi*

---

[1] Was die Verallgemeinerung auf den unendlichen Fall betrifft, so wird man feststellen können, daß da kein Problem auftaucht, das die Mathematiker nicht schon in vielleicht etwas anderer Verkleidung bewältigt hätten. Was simultane Kausalbeziehungen anlangt, so habe ich in Spohn (1980), wo ich mich mit der Teilfrage der Kausalbeziehungen zwischen Faktoren im probabilistischen Rahmen beschäftigt habe, einen für diese Teilfrage funktionierenden Vorschlag gemacht; und da der Inhalt dieses Aufsatzes sich hier bestätigen wird, ist zu vermuten, daß sich dieser Vorschlag entsprechend verallgemeinern lassen müßte.

[2] Vgl. Definition 4.2, S. 111f.

[3] Im hier angenommenen endlichen Fall haben wir es ja nur mit atomaren Algebren zu tun.

[4] Vgl. dazu Schopenhauer (1847), 2. Kapitel.

und *causa essendi*; und ganz gewiß hatte man dauernd Schwierigkeiten, diese Unterscheidung klar zu machen und klar durchzuhalten. Von dieser Geschichte sind heute vor allem zwei deutlich verschiedene Begriffe zurückgeblieben – und da wir uns nur für diese interessieren, brauchen wir jetzt nicht den Details dieser Geschichte nachzuspüren, auch wenn wir in ihrer Tradition stehen – : nämlich in heutiger Terminologie erstens der Begriff des *Grundes*, der eindeutig ein epistemologischer ist – ein Sachverhalt ist *für* ein epistemisches Subjekt *zu* einem Zeitpunkt ein Grund dafür, einen anderen Sachverhalt zu glauben oder eher zu glauben –, und zweitens der Begriff der *Ursache*, der nicht in dieser Weise epistemisch relativiert zu werden braucht, auch wenn seine epistemologischen Bezüge dunkel und vielleicht sehr wichtig sind – ein Sachverhalt *ist*, tatsächlich, eine Ursache für einen anderen. Die Analyse dieser Begriffe ist nach wie vor eine Herausforderung (wie diese Untersuchung zeigt); aber wie man sie hat konfundieren können, ist in der heutigen Sicht eher unverständlich. Nun lagen die Schwierigkeiten mit dieser Unterscheidung sicherlich auch an der alten Terminologie, wonach, was wir heute Gründe und Ursachen nennen, einfach verschiedene Formen von Gründen, nämlich Erkenntnis- und Seinsgründe sind. Diese alte Terminologie hat, scheint mir, aber auch ihr Gutes. Denn sie suggeriert eine enge und interessante, wenn auch unklare Verwandtschaft zwischen Erkenntnis- und Seinsgründen, die wir heute nicht mehr richtig sehen, wo uns der Unterschied zwischen Gründen und Ursachen so deutlich geworden ist. Und diese Verwandtschaft gibt es in der Tat; sie scheint sich mir in der folgenden Überlegung fassen zu lassen. (Mit dieser Überlegung verknüpfe ich nicht die Behauptung, daß sie trifft, was frühere Philosophen im Sinne hatten. Sie soll nur als plausible und freilich metaphorische Heuristik für die nachfolgenden formalen Definitionen dienen.)

Zunächst scheint klar zu sein, daß ein Sachverhalt *A*, um ein Grund für einen Sachverhalt *B* zu sein – „Grund“ in diesem Absatz nun als Oberbegriff für „Erkenntnisgrund“ und „Seinsgrund“ verstanden –, auf einen Hintergrund angewiesen ist. Dies legt zweierlei nahe: erstens, daß die Verwandtschaft zwischen Erkenntnis- und Seinsgründen in ihrer gemeinsamen logischen Struktur liegt, die sie zu Gründen macht, und zweitens, daß der Unterschied zwischen ihnen daher rührt, daß sie auf verschiedene Hintergründe Bezug nehmen. Welcher Art sind die jeweiligen Hintergründe? Was die Hintergründe von Erkenntnisgründen sind, liegt auf der Hand: wenn *A* für ein Subjekt *X* zum Zeitpunkt *t* ein Erkenntnisgrund für *B* ist, so ist der einschlägige Hintergrund gerade der epistemische Zustand von *X*

zu *t*. Was die Hintergründe von Seinsgründen sein sollen, liegt weniger auf der Hand. Doch welchen besseren Hintergrund dafür, daß *A* ein Seinsgrund für *B*, d.h. sozusagen der Welt tatsächlicher Grund für *B* ist, könnte man sich vorstellen als den gesamten Weltverlauf bis hin zu *B* – *A* natürlich ausgenommen? Wenn also *A* sogar auf dem Hintergrund aller vor *B* bestehenden und von *A* verschiedenen Tatsachen kein Seinsgrund für *B* ist, würde man dann *A* nicht absprechen, der Welt tatsächlicher Grund für *B* zu sein?

Nach unseren Vorbereitungen im vorigen Kapitel läßt sich diese Überlegung sehr leicht ganz präzise machen und so zu einer exakten Explikation von Gründen und Ursachen verwenden – „Grund" fürderhin nur mehr im heutigen, eingeschränkten Sinn als Erkenntnisgrund verstanden. Aus dieser heuristischen Überlegung zieht die Explikation natürlich wenig Bestätigung; die ernsthaften Argumente sind erst noch zu liefern. Wenden wir uns jedoch zunächst der formalen Explikation und da als erstem dem einfacheren Begriff des Grundes zu:

Gründe, so sagten wir gerade, sind nur relativ zu epistemischen Zuständen Gründe; und epistemische Zustände hatten wir, qualitativ gefaßt, als D-Prozeßgesetze und, quantitativ gefaßt, als P-Prozeßgesetze dargestellt. Unsere Explikation lautet daher für den probabilistischen Fall so:

Definition 6.1: Seien $A, B \in \mathfrak{A}$, P ein W-Maß auf $\mathfrak{A}$ und $0 \neq P(A) \neq 1$. Dann ist *A ein Grund für B bzgl. P* genau dann, wenn $P(B \mid A) > P(B \mid \bar{A})$.

Offenkundig ist die definierende Bedingung „$P(B \mid A) > P(B \mid \bar{A})$" mit der Bedingung „$P(B \mid A) > P(B)$" äquivalent. Die zweite Formulierung hätte vielleicht etwas näher gelegen, aber im deterministischen Fall ist, wie wir sehen werden, die Analogie zur ersten Formulierung angemessener als die Analogie zur zweiten.

Ein Grund erhöht also gerade die Wahrscheinlichkeit dessen, wofür er ein Grund ist. Daß das zumindest eine notwendige Bedingung für Gründe ist, ist allgemein anerkannt.[1] Wenn *A* für *B* irrelevant oder gar negativ relevant wäre, so würde man *A* gewiß nicht einen Grund für *B* nennen wollen – selbst dann nicht, wenn $P(B \mid A)$ trotzdem noch sehr hoch ist.[2] Daß wir mit Definition 6.1 positive Relevanz zur hinreichenden Bedingung für Gründe erklären, bedeutet dann, daß Gründe in zweierlei Hinsicht sehr schwach sein können. Erstens kann es sein, daß

[1] Vgl. dazu etwa Stegmüller (1973), Teil IV, (1983), S. 971ff., Jeffrey (1969) oder Salmon (1971).
[2] Wie Stegmüller (1973), S. 351ff., betont.

A die Wahrscheinlichkeit von B nur ganz geringfügig erhöht, daß also $P(B \mid A)$ kaum größer ist als $P(B \mid \bar{A})$. Und zweitens kann es sein, daß $P(B \mid A)$ immer noch sehr klein, B also auch unter A noch sehr unwahrscheinlich ist. Beide Formen von schwachen Gründen ließen sich jedoch nur durch mehr oder weniger willkürliche Regelungen ausschalten. Solchen gegenüber scheint mir die klare Definition 6.1 vorzuziehen zu sein, solange man nur dessen gewärtig bleibt, daß Gründe auch ganz schwach sein können.[1]

Es ist darauf hinzuweisen, daß ein Grund A gemäß Definition 6.1 dem Subjekt X, dessen epistemischen Zustand P repräsentiert, nicht gegeben zu sein braucht. Ja, genau genommen, darf A gar nicht für X gegeben sein. Denn wenn X sich des Vorliegens von A schon sicher wäre, so wäre $P(A) = 1$, und für alle $B \in \mathfrak{A}$ ist dann $P(B \mid A) = P(B)$ und $P(B \mid \bar{A})$ undefiniert. Dies ist ein Schönheitsfehler, der freilich allein davon herrührt, daß sich normale W-Maße bezüglich Sachverhalten mit der Wahrscheinlichkeit 0 nicht konditionalisieren lassen, und der demnach mit dem im Abschnitt 5.4 diskutierten, komplizierteren wahrscheinlichkeitstheoretischen Apparat leicht auszuräumen wäre.

Im deterministischen Fall ist das Charakteristikum von Gründen, daß sie glaubwürdiger machen, wofür sie Gründe sind, folgendermaßen zu explizieren:

Definition 6.2: Seien $A, B \in \mathfrak{A}$, $\emptyset \neq A \neq \Omega$ und κ eine $\mathfrak{A}$-OKF. Dann ist *A ein Grund für B bzgl.* κ genau dann, wenn $\kappa(\bar{B} \mid A) > \kappa(\bar{B} \mid \bar{A})$ oder $\kappa(B \mid \bar{A}) > \kappa(B \mid A)$.

Unserer intendierten Interpretation von OKFs zufolge bedeutet „$\kappa(\bar{B} \mid A) > \kappa(\bar{B} \mid \bar{A})$“ gerade, daß B gemäß κ unter A sicherer ist als unter $\bar{A}$, und „$\kappa(B \mid \bar{A}) > \kappa(B \mid A)$“ bedeutet, daß $\bar{B}$ gemäß κ unter A unsicherer ist als unter $\bar{A}$; dies sind die beiden einzigen Möglichkeiten, wie sich die Glaubwürdigkeit von B durch A erhöhen kann. Im Gegensatz zum probabilistischen Fall, wo die Art und Weise, ein Grund zu sein, kontinuierlich abgestuft ist, ist es im deterministischen Fall sinnvoll, fünf verschiedene Arten von Gründen zu unterscheiden. Damit wird auch der Gehalt von Definition 6.2 noch etwas klarer:

---

[1] Eine plausible und nicht willkürliche Zusatzbedingung wäre vielleicht die sogenannte Leibniz-Bedingung, daß $P(B \mid A) > 1/2$; vgl. dazu Stegmüller (1973), S. 311ff. Aber es ist, wie gesagt, günstig, es zunächst bei dem weitesten sinnvollen Begriff des probabilistischen Grundes zu belassen; Verschärfungen lassen sich dann ja, wenn man will, immer noch einführen.

Definition 6.3: Seien A, B und κ wie in Definition 6.2.

Dann ist A *ein* $\left\{\begin{array}{c} \textit{zusätzlicher} \\ \textit{nur hinreichender} \\ \textit{notwendiger und hinreichender} \\ \textit{nur notwendiger} \\ \textit{schwacher} \end{array}\right\}$ *Grund für* B *bzgl.* κ gdw.

$$\begin{cases} \kappa(\overline{B} \mid A) > \kappa(\overline{B} \mid \overline{A}) > 0 = \kappa(B \mid A) = \kappa(B \mid \overline{A}), \\ \kappa(\overline{B} \mid A) > \kappa(\overline{B} \mid \overline{A}) = 0 = \kappa(B \mid A) = \kappa(B \mid \overline{A}), \\ \kappa(\overline{B} \mid A) > \kappa(\overline{B} \mid \overline{A}) = 0 = \kappa(B \mid A) < \kappa(B \mid \overline{A}), \\ \kappa(\overline{B} \mid A) = \kappa(\overline{B} \mid \overline{A}) = 0 = \kappa(B \mid A) < \kappa(B \mid \overline{A}), \\ \kappa(\overline{B} \mid A) = \kappa(\overline{B} \mid \overline{A}) = 0 < \kappa(B \mid A) < \kappa(B \mid \overline{A}). \end{cases}$$

Ferner nennen wir A einen $\left\{\begin{array}{c} \textit{hinreichenden} \\ \textit{notwendigen} \end{array}\right\}$ *Grund für* B *bzgl.* κ gdw. A ein $\left\{\begin{array}{c} \text{nur hinreichender} \\ \text{nur notwendiger} \end{array}\right\}$ oder ein notwendiger und hinreichender Grund für B bzgl. κ ist. Davon, daß A ein *Grund der Art a* für B bzgl. κ ist, werden wir dann sprechen, wenn wir allgemein über diese Formen von Gründen reden wollen; *a* ist darin eine Variable für diese sieben Formen.

Da, wie erinnerlich, für alle $C, D \in \mathfrak{A}$ die Implikation „wenn $\kappa(D \mid C) > 0$, so $\kappa(\overline{D} \mid C) = 0$“ gilt, ist klar, daß A genau dann ein Grund für B bzgl. κ ist, wenn A bzgl. κ ein Grund einer der fünf erstgenannten Arten für B ist.

Auch die Definitionen 6.2 und 6.3 sind so liberal, daß sie nicht verlangen, daß ein Grund A dem Subjekt im epistemischen Zustand κ bereits gegeben ist. Im Gegensatz zu vorhin ist das aber auch nicht ausgeschlossen; es ist durchaus zugelassen, daß $\kappa(\overline{A}) > 0$. An dieser Stelle wird deutlich, wieso unsere Definition 6.2 mit der Formulierung „$\kappa(\overline{B} \mid A) > \kappa(\overline{B} \mid \overline{A})$“ dem alternativen Definitionsvorschlag mit der Formulierung „$\kappa(\overline{B} \mid A) > \kappa(\overline{B})$“ vorzuziehen ist. Stellen wir uns die folgende, gewöhnliche Sachlage vor: X befinde sich zunächst im Zustand κ, worin er gegenüber A und B neutral ist, d.h. $\kappa(A) = \kappa(\overline{A}) = \kappa(B) = \kappa(\overline{B}) = 0$, und worin A ein hinreichender Grund für B ist, d.h. $\kappa(\overline{B} \mid A) > \kappa(\overline{B} \mid \overline{A}) = 0$; demnach gilt auch $\kappa(\overline{B} \mid A) > \kappa(\overline{B}) = 0$. X werde nun darüber informiert, daß A vorliegt; er kommt

damit in den Zustand $\kappa' = \kappa_{A,\alpha}$ für ein $\alpha > 0$. Ist dann in κ' A immer noch ein hinreichender Grund für B? Gemäß Definition 6.3, ja; es gilt unverändert $\kappa'(\overline{B} \mid A) > \kappa'(\overline{B} \mid \overline{A}) = 0$. Aber es gilt nun $\kappa'(\overline{B}) > 0$ und womöglich sogar $\kappa'(\overline{B} \mid A) \leq \kappa'(\overline{B})$, so daß A nach der alternativen Definition in κ' kein hinreichender und vielleicht gar kein Grund mehr für B wäre. Doch das wäre unangemessen; ein Grund hört nicht auf, ein Grund zu sein, bloß weil man von seinem Vorliegen Kenntnis erlangt. Vielmehr hält ein Grund, wenn man über sein Vorliegen informiert wird, die Glaubwürdigkeit dessen, was er begründet, hoch – in dem Sinne, daß die Glaubwürdigkeit des Begründeten wieder sinken würde, falls sich diese Information als falsch herausstellte. Und genau das wird von den Definitionen 6.2 und 6.3 richtig erfaßt.

Im übrigen erweisen sich auch hier die OKFs den EKFs und allem Vergleichbaren als überlegen. Denn relativ zu EKFs wäre es ganz unmöglich gewesen, das zu definieren, was wir nun als zusätzliche und schwache Gründe bzgl. einer OKF κ definiert haben.[1]

So weit dürfte unsere Explikation ziemlich unstrittig sein. Wenden wir uns nun dem zweiten, mit Ursachen befaßten Teil unserer heuristischen Überlegung zu, der ja entschieden windiger war und dessen Präzisierung daher eine gründliche Absicherung folgen muß. Zunächst sei ein nützlicher Hilfsbegriff eingeführt;

Definition 6.4: Seien $A, B, C \in \mathfrak{A}$, so daß $P(A \cap C) \neq 0 \neq P(\overline{A} \cap C)$ bzw. $A \cap C \neq \emptyset \neq \overline{A} \cap C$. Dann ist A *unter (der Bedingung) C ein Grund für B bzgl. P* genau dann, wenn A ein Grund für B bzgl. P_C ist;[2] und A ist *unter* C *ein Grund für B (der Art a) bzgl.* κ genau dann, wenn A ein Grund (der Art a) für B bzgl. $\kappa(. \mid C)$ ist.[3]

Die präzise Version unserer heuristischen Idee lautet dann so:

Definition 6.5: Seien $i, j \in I$, $A \in \mathfrak{A}_i$, $B \in \mathfrak{A}_j$, $\omega \in \Omega$ und Z_ω derjenige Sachverhalt aus $\mathfrak{Z}^i_{i<i}$ für den $\omega \in Z_\omega$. Dann ist A *in* ω e*ine direkte Ursache für B bzgl. P* genau dann, wenn $\omega \in A \cap B$, $\tau_i < \tau_j$ und A unter Z_ω. ein Grund für B bzgl. P ist;

---

[1] Vgl. auch S. 177.

[2] Zur Definition von P_C s. S. 147.

[3] $\kappa(. \mid C)$ ist natürlich die Funktion, die jedem $D \in \mathfrak{A}$ die Zahl $\kappa(D \mid C)$ zuordnet; vgl. S. 176.

und A ist in ω *eine direkte Ursache (der Art a) für B bzgl.* κ genau dann, wenn $\omega \in A \cap B$, $\tau_i < \tau_j$ und A unter Z_ω ein Grund (der Art *a*) für B bzgl. κ ist.

Hier sind einige – acht – erläuternde Bemerkungen am Platze:

Erstens kommen als Ursachen und Wirkungen, im Gegensatz zu Gründen und Begründetem, nicht beliebige Sachverhalte in Frage. In Definition 6.5 müssen Sachverhalte – aufgrund der Forderung, daß $A \in \mathfrak{A}_i$ und $B \in \mathfrak{A}_j$ – jeweils nur einen Faktor betreffen und sich so jeweils auf einen bestimmten Zeitindex[1] beziehen, um Ursachen und Wirkungen sein zu können. Für je zwei solcher Sachverhalte scheint mir im Prinzip die Frage, ob der eine Ursache des anderen ist, immer sinnvoll zu sein. Daß diese Frage auch für andere, komplexere Sachverhalte sinnvoll ist, möchte ich nun nicht apodiktisch ausschließen. Aber ich bezweifle es. Außerdem halte ich es nicht für sonderlich dringend und wichtig, ihr nachzugehen, da ich nicht sehe, daß sich daraus neue und interessante Probleme für eine Kausalitätstheorie ergeben. Wie dem auch sei – hier wird es bei der Beschränkung auf solche einfache Sachverhalte bleiben, im Vertrauen darauf, daß damit nichts Wesentliches vernachlässigt ist.

Zweitens ist in Definition 6.5 die Bedingung festgeschrieben, daß eine Ursache nicht später als ihre Wirkung stattfinden darf. (Daß die Ursache der Wirkung sogar vorangeht, ergibt sich dann einfach daraus, daß Ursache und Wirkung natürlich zwei verschiedene Faktoren betreffen müssen und daß wir gemäß unserer technischen Beschränkung von S. 206 keine zwei gleichzeitigen Faktoren haben.) Trotz aller gegenteiligen Spekulationen[2] halte ich diese Bedingung für so selbstverständlich, daß ich sie hier nicht problematisieren will. Sie ist freilich so zentral, daß die hier vorgelegte Kausalitätstheorie ohne sie auch im Kern nicht mehr zu retten wäre.

Drittens ist nun leicht zu sehen, wozu die Annahme, daß Ω endlich ist, gut ist. Denn wenn Ω nicht endlich wäre, so wäre auch nicht mehr die Endlichkeit von $\mathfrak{A}^i_{i<i}$ garantiert, und dann gälte für das Z_ω aus Definition 6.5 in aller Regel, daß $P(Z_\omega) = 0$. In diesem Fall greift die Definition 6.5 nicht mehr. Die Probleme mit der Verallgemeinerung auf den unendlichen Fall fangen also schon ganz am Anfang an.

---

[1] Welcher nicht ein Zeitpunkt zu sein braucht; vgl. S. 107.

[2] Vgl. S. 23.

Viertens ist zu betonen, daß der Ursachenbegriff gemäß Definition 6.5 auf einen möglichen Verlauf $\omega \in \Omega$ relativiert ist. Das ist unerläßlich, nicht nur weil A und B in ω vorliegen müssen, damit A in ω eine Ursache für B sein kann – das findet in der Bedingung, daß $\omega \in A \cap B$, seinen Niederschlag –, sondern vor allem weil es dafür, ob A in ω eine Ursache für B ist, in der Regel auf die übrigen Tatsachen in ω ankommt. Will man nun noch sagen, wann A *tatsächlich* eine Ursache für B ist, so braucht man einfach einen Verlauf aus Ω als den tatsächlichen auszuzeichnen. Freilich – will man *wissen*, ob A tatsächlich eine Ursache für B ist, so muß man wissen, welcher Verlauf der tatsächliche ist (oder zumindest hinreichend viel von ihm kennen); und das ist natürlich nicht mehr so einfach. Doch ist das ein reales Problem einer jeden Ursachenforschung, welches unsere Explikation nicht lösen kann, sondern lediglich widerzuspiegeln hat; und das tut sie.

Fünftens ist die Bedingung, daß A in ω nur dann eine Ursache von B ist, wenn A *unter* Z_ω ein Grund für B ist, zunächst nur eine formale Präzisierung unserer heuristischen Bestimmung dessen, was wohl der Hintergrund eines Seinsgrunds sei; Z_ω ist ja gerade der Sachverhalt, der die gesamte Vergangenheit von B in ω mit Ausnahme von A zusammenfaßt. Eine detailliertere Begründung für diese Bedingung wird, wie angekündigt, bald nachgereicht. Aber es ist jetzt schon klar, daß diese Bedingung nur *direkte* Ursachen charakterisieren kann; für eine indirekte Ursache ist das ganze Z_ω offenkundig zuviel an Hintergrund, da es auch all das festhält, was zwischen der indirekten Ursache und ihrer Wirkung vermittelt.[1] Die Definition 6.5 beschränkt sich dementsprechend. Aufheben wollen wir diese Beschränkung erst im Abschnitt 6.4.

Sechstens enthält Z_ω, auch wenn ω der tatsächliche Verlauf ist, natürlich nicht die *gesamte* tatsächliche Vergangenheit von B, sondern nur so viel davon, wie mit dem durch $(\langle \Omega^u, \mathfrak{U}^u \rangle)_{u \in U}$, T und $\leq$ gegebenen und auf die Faktorenmenge I eingeschränkten begrifflichen Rahmen beschreibbar ist. Darin liegt eine weitere wesentliche Relativierung des Ursachenbegriffs. Es ist somit möglich, daß die (direkten) Ursachenverhältnisse innerhalb eines engeren begrifflichen Rahmens sich bei der Erweiterung des begrifflichen Rahmens ändern.[2] Diese Relativierung ist aber ganz natürlich, wie etwa das Beispiel einer Würfelmaschine zeigt, bei der das Ergebnis des einen Wurfes für das Ergebnis des nächsten Wurfes ursächlich oder

---

[1] Vgl. Kapitel 3, Fall 4, S. 69ff.

[2] Bei den Gründen ist das nicht so; wenn A innerhalb eines engeren Rahmens ein Grund für B ist, so auch innerhalb jeder Erweiterung dieses Rahmens. Die Begründungsrelation ist also nicht in dieser Weise relativiert.

nicht ursächlich ist, je nachdem, ob wir die Maschine als ein kontinuierliches, deterministisches mechanisches System oder bloß als einen diskreten, probabilistischen Automaten betrachten. Diese Relativierung ist auch nützlich, weil mit ihr erst explizit wird, daß wir eine Kausalitätstheorie auf verschiedene Wirklichkeitsbereiche anwenden können und wollen. Und vor allem ist sie ganz unumgänglich, solange unsere Kausalitätstheorie sich an das Ergebnis von Kapitel 4 hält und mit Sachverhalten arbeitet. Wollte man diese Relativierung aufheben, so bräuchte man einen begrifflichen Rahmen, mit dem sich die Welt *vollständig* beschreiben läßt. Dieser läßt sich vielleicht in dem Sinne finden, in dem Ereignisse vielleicht als Sachverhalte darstellbar sind,[1] aber diese Möglichkeit ist viel zu spekulativ, als daß daraus ein Argument für den Verzicht auf diese Relativierung zu ziehen wäre.

Siebtens ist vielleicht hier schon einem Einwand zu begegnen. Es mag vielleicht absurd erscheinen, die Definition 6.5 auf direkte Ursachen einzuschränken und dennoch zuzulassen, daß die Wirkung von ihrer direkten Ursache zeitlich weit entfernt ist. Wenn das absurd ist, so jedoch nur aufgrund unserer eingefleischten Vorstellungen über die Kausalstruktur der Welt, wonach Kausalketten kontinuierlich oder, innerhalb einer diskreten Zeit, zumindest lückenlos zu sein haben. Doch empfiehlt es sich, zunächst so allgemein wie möglich zu bleiben und auf diese Vorstellungen keine Rücksicht zu nehmen, weil man dann umso besser sagen kann, worin diese Vorstellungen überhaupt bestehen.

Achtens und letztens müssen wir aufpassen, daß wir die Definition 6.5 unter den gegebenen Interpretationsmöglichkeiten von P und κ nicht falsch verstehen. Wenn wir P bzw. κ realistisch oder objektivistisch interpretieren können, wenn wir also P bzw. κ als ein W-Maß bzw. eine OKF verstehen können, das bzw. die unsere Welt oder den betrachteten Ausschnitt davon korrekt repräsentiert – was immer das genau heißt –, und wenn außerdem ω der tatsächliche Verlauf ist, dann können wir die Definition 6.5 so lesen, wie wir es gerne wollen; daß A in ω eine direkte Ursache für B bzgl. P bzw. κ ist, heißt dann, daß A objektiv und tatsächlich – und nicht für den oder jenen oder nach dem derzeitigen Erkenntnisstand oder sonstwie relativiert – eine direkte Ursache für B ist. Allerdings haben wir noch keine realistische Interpretation von OKFs, und die von W-Maßen ist auch

[1] Vgl. S. 139ff.

nicht sonderlich klar und ordentlich.[1] Betrachten wir nun die bisher hauptsächlich besprochene, klarere epistemische oder subjektivistische Interpretation von P und κ, wonach P bzw. κ als der epistemische Zustand einer Person X zu einem Zeitpunkt t zu verstehen ist. Was soll es dann heißen, daß relativ dazu A in ω eine Ursache für B ist? Es heißt nicht, daß X zu t glaubt, daß A eine Ursache für B ist; denn im Zustand P bzw. κ braucht X nicht vom Vorliegen von A und B überzeugt zu sein; und erst recht braucht X nicht zu wissen, ob ω der tatsächliche Verlauf ist. Es heißt vielmehr etwas Komplizierteres, nämlich daß X zu t A für eine Ursache für B halten würde, wenn er darüber informiert würde, daß ω der tatsächliche Verlauf ist. Wir werden im nächsten Abschnitt sehen, wie wir in unserem Rahmen nicht-hypothetische Kausalüberzeugungen von X, also die Wendung „X hält zu t A für eine Ursache von B“ explizieren können.

So weit die Bemerkungen zur Absicherung des richtigen Verständnisses von Definition 6.5. Daß sie eine richtige Explikation des Begriffs der direkten Ursache liefert, ist damit noch nicht gesagt. So müssen wir in diesem Abschnitt noch einiges zur Verteidigung dieser Explikation tun.

Wem die heuristische Überlegung zu Beginn dieses Abschnitts zugesagt hat, der mag daraus ein wenig Bestätigung für die Definition 6.5 gewinnen. Wem die gesamte, auf der Grundlage von Definition 6.5 zu entwickelnde Kausalitätstheorie gefällt, der wird darin den letztlich einzig entscheidenden Grund dafür erblicken, diese Explikation zu akzeptieren. Aber es gibt auch ein Argument mittlerer Länge und Schlagkraft, nämlich daß unsere Explikation die im Kapitel 2 dargelegten Auffassungen teils präzisiert, teils verbessert und jedenfalls gut mit ihnen übereinstimmt. Dies sei im folgenden kurz ausgeführt.

Wenden wir uns dazu zunächst dem im Abschnitt 2.4 geschilderten probabilistischen Paradigma von Suppes (1970) zu. Dieses begann damit, Prima-facie-Ursachen gerade als Gründe im Sinne von Definition 6.1 zu definieren.[2] Prima-facie-Ursachen durften freilich keineswegs mit direkten Ursachen gleichgesetzt werden. Es gab nämlich zwei Täuschungsmöglichkeiten; Prima-facie-Ursachen konnten bloß scheinbare, d.h. gar keine Ursachen sein, und sie konnten zwar Ur-

[1] Was uns natürlich nicht zu hindern braucht, an die Definition 6.5 quasi im Vorgriff die objektivistische Lesart anzulegen. Auf die objektivistische Interpretation gehen wir ja noch im Abschnitt 6.5 ein.

[2] Unter Hinzunahme der Minimalbedingungen, dass Prima-facie-Ursache und -Wirkung beide vorliegen und dass erstere zweiterer vorangeht.

sachen, aber bloß indirekte sein. Erst durch Ausschaltung dieser beiden Täuschungsmöglichkeiten ließen sich nach Suppes direkte Ursachen definieren.[1]

Diese Explikationsstrategie von Suppes scheint mir sehr überzeugend zu sein. Denn was nach systematischem Ausschluß *aller* Täuschungsmöglichkeiten immer noch eine Ursache zu sein scheint, muß dann *tatsächlich* eine Ursache sein. Nur hat Suppes nicht alle Täuschungsmöglichkeiten in Rechnung gestellt. Erinnern wir uns an das Kapitel 3; dort hatten wir insgesamt fünf Täuschungsmöglichkeiten ausgemacht. Erstens war es im Fall 3 (S. 66ff.) möglich, daß *B* unter Außerachtlassung von *A* eine Ursache von *C* zu sein schien und dann tatsächlich nur ein Symptom für *C* und wie *C* eine Wirkung von *A* ist. Zweitens war es im Fall 4 (S. 69ff.) möglich, daß sich *A* nach Berücksichtigung von *B* als indirekte Ursache von *C* herausstellt, während es sich vorher als Nicht-Ursache von *C* darstellen konnte (und auch als direkte Ursache von *C*). Drittens konnte es im Fall 5 (S. 71ff.) passieren, daß die Sachverhalte *A* und *B* beide Ursachen für *C* sind, obwohl jeder von beiden nicht danach aussah, solange man den jeweils anderen nicht in Rechnung stellte. Viertens lud der Fall 8 (S. 79ff.) zu dem Irrtum ein, *A* bzw. *B* für eine Ursache von *C* zu halten, wo es doch tatsächlich durch *B* bzw. *A* außer Kraft gesetzt war. Und fünftens schien mir in dem vertrackten Relais-Fall (S. 81ff., insbes. S. 87) eine letzte Täuschungsmöglichkeit zu liegen; dort konnte es sein, daß *B* in Bezug auf *C* als Relais fungierte und so gar nicht als Ursache von *C* auffällt, weil *A* eben auch über non-*B* *C* verursacht hätte.

Gehen wir nun davon aus, daß diese Liste komplett ist.[2] Was resultiert dann relativ zu dieser Liste aus Suppes' Explikationsstrategie? Zunächst gilt dies: Wo es uns derzeit nur um direkte Ursachen geht, sind die zweite und die fünfte Täuschungsmöglichkeit nicht relevant; denn in beiden täuscht man sich über eine indirekte Ursache – in der zweiten expressis verbis, aber auch in der fünften, da Relais immer indirekte Ursachen sind.[3] Die erste und die vierte Täuschungsmöglichkeit schlüsseln Suppes' Fall der scheinbaren Ursachen auf und ergänzen ihn außerdem; denn wenn *B* das zeitlich frühere *A* in Bezug auf *C* außer Kraft setzt, so

---

[1] Vgl. S. 55ff.

[2] In die laufende Argumentation geht damit also, genau genommen, das gesamte Kapitel 3 ein – d.h. die im Abschnitt 3.4 abgestützte Hoffnung, daß das Kapitel 3 wirklich alle möglichen Kausalverhältnisse (zwischen drei Sachverhalten) und alle in ihnen liegenden Irrtumsquellen aufzählte. Auch geht darin wiederum die zentrale Annahme ein, daß sich eine Ursache nicht später ereignen kann als ihre Wirkung; denn andernfalls wäre nicht auszuschließen, daß auch nach der Wirkung eintretende Tatsachen unmittelbar Täuschungsmöglichkeiten begründen.

[3] Vgl. S. 99.

ist *A* aufgrund eines *späteren* Sachverhalts eine bloß scheinbare Ursache von *C*; bei Suppes hingegen konnte nur ein *A* vorangehender Sachverhalt *A* unwirksam machen.[1] Die dritte Täuschungsmöglichkeit schließlich fehlt bei Suppes völlig; sie zeigt, daß ein Sachverhalt, der prima facie keine Ursache ist, sich doch als Ursache – als eine versteckte, wie wir sagen könnten – herausstellen kann.

Wie lassen sich diese drei Täuschungsmöglichkeiten systematisch und vollständig ausschließen? Nun – gerade und nur durch die Definition 6.5. Dies liegt an dem Wechselspiel, welches sich zwischen scheinbaren und versteckten Ursachen entspinnt. Es besteht in folgendem: Wenn etwa *A* prima facie eine Ursache für *B* ist, so kann sich *A* nach Berücksichtigung zusätzlicher Information als scheinbare Ursache für *B* darstellen, nach Berücksichtigung weiterer Information jedoch wieder als versteckte Ursache, und so weiter. Dieses Wechselspiel endet erst dann, wenn keine weitere relevante Information mehr auftauchen kann. Somit läßt sich nur nach Berücksichtigung aller relevanten Informationen definitiv beurteilen, ob *A* eine direkte Ursache von *B* ist oder nicht. Nun kann im Prinzip aber jede und nur eine vor *A* oder zwischen *A* und *B* gelegene Tatsache relevant sein; jede und nur eine solche Tatsache kann, wie die drei Täuschungsmöglichkeiten zeigen, *A* als eine scheinbare oder eine versteckte direkte Ursache hinstellen. Weitere relevante Information kann somit erst dann nicht mehr auftauchen, wenn alle und nur diese Tatsachen berücksichtigt sind. Im Verlauf $\omega \in \Omega$ wird aber die Konjunktion aller dieser Tatsachen gerade durch den Sachverhalt Z_ω aus Definition 6.5 repräsentiert. Das heißt schließlich, daß *A* in ω genau dann eine direkte Ursache von *B* ist, wenn es unter Z_ω ein Grund für *B* ist – wie zu begründen war. Hier hat sich im übrigen dauernd die Relativierung auf den gegebenen begrifflichen Rahmen bemerkbar gemacht; denn wenn ich gerade von allen Tatsachen oder allen relevanten Informationen sprach, so konnten damit natürlich nur die gemeint sein, die im gegebenen begrifflichen Rahmen repräsentierbar sind.

Der Vergleich mit Suppes' Theorie läßt sich also kurz so zusammenfassen: Suppes hat die scheinbaren Ursachen etwas zu eng gefaßt und die versteckten Ursachen ganz vernachlässigt. Korrigiert man beides, so wird man quasi automatisch von Suppes' Explikation direkter Ursachen zum probabilistischen Teil unserer Definition 6.5 geführt. Es dürfte klar sein, daß sich genau die gleiche Überlegung auch innerhalb des deterministischen Rahmens anstellen läßt. Ich habe sie

[1] Vgl. S. 55f.

nur deshalb im probabilistischen Rahmen geführt, weil Suppes' Explikationsstrategie bisher nur in diesem Rahmen, eben von Suppes selbst, realisiert worden ist.

Damit sind wir beim Vergleich mit den deterministischen Explikationen von Kapitel 2 angelangt. Betrachten wir statt der klassischen Regularitätstheorie, die sich ja als allzu vorläufig erwiesen hat, gleich die verbesserte. Gegenüber dieser hat die Definition 6.5 den im Kapitel 5 erstrittenen Vorteil, sich auf OKFs statt auf wahre Naturgesetze zu beziehen; der dafür bezahlte Preis, nämlich der Verlust einer realistischen Interpretation von Kausalaussagen, ist freilich erst noch zurückzugewinnen. Die andere wesentliche Verbesserung ist, daß wir die obwaltenden Umstände von S. 36f., die unklar waren und uns gar in Zirkel zu verstricken drohten, durch das eindeutige Z_ω von Definition 6.5 ersetzt haben. Diese Ersetzung scheint vorderhand nicht ganz angebracht; Z_ω scheint in zweierlei Hinsicht zu viel an obwaltenden Umständen zu enthalten:

Zum einen – so hatten wir auf S. 39 ausgeführt – ist es unzulässig, alle Tatsachen zwischen einer Ursache *A* – z.B. daß die Ampel auf rot steht – und ihrer Wirkung *B* – z. B. daß der Autofahrer anhält – zu den obwaltenden Umständen zu rechnen; denn unter diesen Tatsachen – die z.B. einschließen, daß der Autofahrer aufs Bremspedal tritt – ist *A* kein Grund mehr für *B*. Doch ist dieser Punkt, wie das Beispiel zeigt, nur bei indirekten Ursachen einschlägig; und deshalb setzt sich die Definition 6.5 nicht in Widerspruch dazu. Er wird also erst dann zu beachten sein, wenn wir uns der Explikation indirekter Ursachen zuwenden.

Zum andern wird Z_ω in dem harmloseren Sinne zuviel an obwaltenden Umständen sein, daß es eine Menge an Irrelevantem enthält. Z.B. wird für das Kausalverhältnis zwischen der roten Ampel und dem haltenden Autofahrer die Lebensgeschichte von Karl dem Großen gänzlich irrelevant sein.[1] Doch hat man hier das Gefühl, daß all das Irrelevante, was Z_ω enthalten mag, auch nicht schaden und so die Definition 6.5 nicht falsch machen kann. Das ist freilich noch kein Argument. Ein präzises Argument hätte so vorzugehen: erst wäre zu explizieren, wann genau ein Sachverhalt für ein gegebenes Kausalverhältnis irrelevant ist, und dann wäre zu beweisen, daß es keinen Unterschied macht, ob man die Definition 6.5 so wie oben formuliert oder ob man darin aus Z_ω all das im explizierten Sinne Irrele-

[1] Und der zugrundegelegte Prozeßraum kann ja so aussehen, daß Z_ω Aussagen über Karl den Großen enthält.

vante eliminiert. Dieses Argument läßt sich mit den im Abschnitt 6.4 bereitgestellten Mitteln ausführen.[1]

Mit diesen Überlegungen dürfen wir also annehmen, daß die Definition 6.5, was die obwaltenden Umstände betrifft, mit der verbesserten Regularitätstheorie in Einklang steht und sie gleichzeitig präzisiert.

Daß die Definition 6.5 schließlich auch im Geiste des kontrafaktischen Ansatzes von Abschnitt 2.3 ist, versteht sich fast von selbst, wo wir diese Definition aus diesem Ansatz entwickelt haben. Und doch müssen wir auch in diesem Zusammenhang auf die obwaltenden Umstände eingehen. Denn es zeigt sich eine Diskrepanz; auf S. 49f. hatten wir erklärt, daß in kontrafaktischen Aussagen die obwaltenden Umstände nicht explizit mitformuliert zu werden brauchten, und nun müssen wir sie in Definition 6.5 explizit nennen. Diese Diskrepanz bedarf einer kurzen Erläuterung, die einfach genug ist; sie liegt in unserer konsequent epistemischen Interpretation von OKFs: Solange es direkt um eine formalsemantische Bestimmung der Wahrheitsbedingungen von Konditionalsätzen ging – wie in den beiden, im Abschnitt 2.3 geschilderten Ansätzen zur Konditionallogik –, sind so etwas wie die obwaltenden Umstände implizit im jeweiligen semantischen Apparat berücksichtigt; für die metasprachliche Theorie des Konditionals hatte ich darauf schon auf S. 50 hingewiesen, und bei Lewis' Ähnlichkeitssemantik wird dies besonders augenfällig in der sogenannten Zentriertheitsbedingung für Lewis' Ähnlichkeitsstrukturen.[2] Wir hatten uns jedoch wegen mangelnder Klarheit des semantischen Apparats von der direkten Suche nach Wahrheitsbedingungen für Konditionalsätze abgewandt und EKFs wie OKFs als epistemische Zustände interpretiert, in denen die obwaltenden Umstände natürlich nicht als bekannt angenommen werden dürfen. So müssen wir wieder explizit von ihnen zu reden anfangen. Dies scheint mir im übrigen ein Vorteil zu sein; denn damit können wir die mit ihnen verknüpften Zirkularitätsprobleme thematisieren und, wie es scheint, auch lösen.

---

[1] Im übrigen ist dieses Argument auch für den probabilistischen Fall wichtig. Denn als es vier Absätze weiter oben um den systematischen Ausschluß aller Täuschungsmöglichkeiten ging, war ich eigentlich etwas schlampig; ich hatte nicht genau zwischen tatsächlich relevanter und möglicherweise relevanter Information unterschieden. Am Ende kam ich zu dem Schluß, daß alle möglicherweise relevante Information, eben das ganze Z_ω, in Betracht zu ziehen sei. Und so ist auch hier noch zu zeigen, daß es keinen Unterschied macht, ob man nur die tatsächlich relevante oder zusätzlich die tatsächlich irrelevante, aber potentiell relevante Information in Rechnung stellt.

[2] Vgl. hier S. 166f. oder Lewis (1973a), S. 14f. und 29f.

Hier läßt sich noch ein wichtiger Nachtrag zu den S. 163ff. anfügen, wo ich in Bezug auf Konditionalaussagen erläutert hatte, was ich dort die ausdruckssemantische Strategie nannte: Auf S. 163 hatte ich die These aufgestellt, daß es gerade die durch EKFs oder besser durch OKFs beschriebenen epistemischen Zustände sind, die in Konditionalaussagen zum Ausdruck kommen. Damit war freilich noch nichts darüber gesagt, *wie* diese Zustände in den Konditionalaussagen zum Ausdruck kommen. Z.B. war man *nicht* genötigt, folgendes zu behaupten:[1] wenn X „wenn A nicht der Fall gewesen wäre, so wäre auch B nicht der Fall gewesen" äußert und wenn die OKF κ X's epistemischen Zustand zum Zeitpunkt der Äußerung repräsentiert, so drückt X damit aus, daß $\kappa(B \mid \overline{A}) > 0$. Was X sonst damit ausdrücken könnte, konnten wir damals noch nicht sagen, aber das können wir jetzt nachholen – zumindest für den normalen Fall, wo es $i, j \in I$ mit $A \in \mathfrak{A}_i$, $B \in \mathfrak{A}_j$ und $\tau_i < \tau_j$ gibt: Sei nämlich für $\omega \in \Omega$ Z_ω wie in Definition 6.5 definiert und sei $C = \{\omega \mid 0 = \kappa(B \mid A \cap Z_\omega) < \kappa(B \mid \overline{A} \cap Z_\omega)\}$, d.h. die Menge der möglichen Verläufe, in denen A eine notwendige direkte Ursache für B bzgl. κ ist. Dann könnte X mit der genannten Äußerung ausdrücken, daß $\kappa(\overline{C}) > 0$, d.h. daß er glaubt, daß C, daß also die Vergangenheit von B (ausgenommen i) so beschaffen ist, daß A in ihr seines Erachtens eine notwendige direkte Ursache von B ist. X behauptet damit also, daß C, und so wird auch verständlich, wieso man mit X Tatsachendispute über seine Äußerung führen kann.

Dieser Vorschlag ist freilich noch keineswegs perfekt – einfach weil in ihm ein direktes Ursachenverhältnis zwischen A und B unterstellt wird, was in X's Äußerung natürlich nicht enthalten ist; mit der Explikation indirekter Ursachenverhältnisse könnten wir diesen Vorschlag also noch verbessern. Aber er konkretisiert – und darauf kam es mir an – meine Behauptung von S. 164: daß nämlich die Ausdrucksbeziehung zwischen Äußerungen oder Sätzen und epistemischen Zuständen komplex ist und daß also – wenn der psychologische Teil der ausdruckssemantischen Strategie mit den OKFs erschöpfend behandelt sein sollte – ihr semantischer Teil trotzdem nicht trivial ist und aber einen einheitlichen Rahmen erhält.

So weit meine vertrauensbildenden Maßnahmen für die Definition 6.5. Schon die bisherigen Definitionen finden nun – ohne daß es nötig wäre, weitere kausale Begriffe zu explizieren – einige wichtige philosophische Anwendungen. Mit diesen befassen sich die nächsten Abschnitte. Hier seien nur noch drei triviale Ko-

[1] Auch wenn es für anders formulierte Konditionalaussagen manchmal richtig zu sein schien.

rollare nachgereicht, die einige zu erwartende Eigenschaften direkter Ursachen festhalten.

Korollar 6.6: Sei $A \in \mathfrak{A}_i$, $B \in \mathfrak{A}_j$, $\tau_i < \tau_j$ und $\omega \in A \cap B$. Sei ferner $\omega_1 \in \overline{A}$ so, daß für alle $k \in I$ mit $k \neq i$ $\omega_1(k) = \omega(k)$; $\omega_2 \in \overline{B}$ so, daß für alle $k \in I$ mit $k \neq j$ $\omega_2(k) = \omega(k)$; und $\omega_3 \in \overline{A} \cap \overline{B}$ so, daß für alle $k \in I$ mit $k \neq i, j$ $\omega_3(k) = \omega(k)$. Ist dann A in ω eine direkte Ursache für B bzgl. P bzw. κ, so ist $\overline{A}$ in ω_3 eine direkte Ursache für $\overline{B}$ bzgl. P bzw. κ, aber weder $\overline{A}$ in ω_1 eine direkte Ursache für B noch A in ω_2 eine direkte Ursache für $\overline{B}$ bzgl. P bzw. κ.

Aussage wie Beweis hiervon sind trivial; insbesondere ist damit gesagt, daß, wie gewünscht, weder der Relais-Fall noch der seltsame Fall 10 aus Kapitel 3 bei direkten Ursachenverhältnissen möglich sind.

Korollar 6.7: Sei $A \in \mathfrak{A}_i$, $B \in \mathfrak{A}_j$ $C \in \mathfrak{A}_k$, $\tau_i < \tau_j < \tau_k$ und $\omega \in A \cap B \cap C$. Dann ist es möglich, daß A und B beide in ω direkte Ursachen (der Art a) bzgl. P bzw. κ sind.

Beispiele, die diese Möglichkeiten demonstrieren, sind leicht konstruiert. Mithin kann sich der Fall 5 aus Kapitel 3, wie gewünscht, mit direkten Ursachenbeziehungen realisieren. Insbesondere kann also ein Sachverhalt mehrere hinreichende direkte oder auch mehrere notwendige direkte Ursachen haben.

Korollar 6.8: Seien A, B, C und ω wie in Korollar 6.7. Sei A für B und auch B für C in ω eine direkte Ursache (der Art a) bzgl. P bzw. κ. Dann ist es möglich, daß A in ω keine direkte Ursache (der Art a) für C bzgl. P bzw. κ ist; und es ist auch möglich, daß A in ω eine direkte Ursache (der Art a) für C bzgl. P bzw. κ ist.

Wiederum sind Beispiele zur Demonstration dieser Möglichkeiten leicht aufzufinden. Der Begriff der direkten Ursache (der Art a) ist also bei gegebenen ω und P bzw. κ eine Relation, die weder transitiv noch intransitiv ist. Transitivität wäre ohnehin absurd; aber auch Intransitivität wäre unerwünscht, wie die Kombination 2a + 5 auf S. 76 des Kapitels 3 zeigt. Im übrigen ist die Irreflexivität und auch die Asymmetrie der direkten Ursachenrelation natürlich schon durch die temporalen Bedingungen der Definition 6.5 gesichert.

6.2 Wann direkte Ursachen Gründe sind

Nachdem wir nun den Begriff des (epistemischen) Grundes und den der direkten Ursache expliziert haben, stellt sich sogleich die Frage, was daraus über das theoretische Verhältnis zwischen Gründen und direkten Ursachen folgt; und um diese Frage geht es im folgenden. Unter anderem Namen ist dieses Verhältnis ja schon ausführlich diskutiert worden, nämlich als die These von der strukturellen Gleichartigkeit von Erklärungen und Voraussagen. Diese Diskussion ist in Stegmüller (1983) bestens resümiert – im Kapitel II der Stand bis 1969 und im Kapitel XI neuere Entwicklungen. Resümieren wir unsererseits ganz kurz Stegmüllers Ergebnisse:

Danach gelten einige offenkundige Asymmetrien zwischen Voraussagen und Erklärungen – da sie eher pragmatischer Natur sind – nicht als Einwände gegen die Gleichartigkeitsthese: etwa der Umstand, daß sich Voraussagen auf zukünftige Sachverhalte, die nicht einzutreffen brauchen, beziehen und Erklärungen auf vergangene Tatsachen, oder der, daß man sich bei einer akzeptierten Voraussage wie auch bei als Erklärung Akzeptiertem auf akzeptierte Prämissen beruft, während eine tatsächliche Erklärung wahre Prämissen benötigt. Es gibt aber eine – und nur eine – gravierende Asymmetrie: Erklärungen müssen Seinsgründe oder Ursachen nennen, während es für Voraussagen völlig hinreicht, daß sie auf Erkenntnisgründen, also auf Gründen, beruhen.[1] Da Seinsgründe für Stegmüller immer auch Erkenntnisgründe darstellen, ist für ihn daher nur die eine Hälfte der Gleichartigkeitsthese haltbar, nämlich daß jede Erklärung einer Tatsache vor dem Eintritt dieser Tatsache zu ihrer Voraussage hätte verwandt werden können.

An diesem Ergebnis hat die neuere Diskussion nichts Wesentliches geändert, da auf sie zutrifft, was Stegmüller die Abkoppelungsthese nennt.[2] Diese ist eher eine Empfehlung, zwei Fragen, deren simultane Behandlung zu schwierig und zu verwirrend wäre, besser zu trennen: zum einen die Frage nach einer adäquaten Explikation des Ursachenbegriffs und, da der Erklärungsbegriff darüber hinaus-

---

[1] Genau genommen, ist Stegmüller vorsichtiger. Man könne sich, so sagt er, auch dazu entschließen, den Erklärungsbegriff so schwach zu verstehen, daß Erkenntnisgründe für Erklärungen genügen; vgl. (1983), S. 235f. Aber ein solcher Entschluß liefe der umgangssprachlichen Intuition zuwider und hätte offensichtlich nicht Stegmüllers Sympathie.

[2] Vgl. Stegmüller (1983), S. 9, 633 und 954.

gehende Probleme aufwerfe, zum andern die Frage nach einer adäquaten Explikation eines schwächeren, Ursachen noch nicht voraussetzenden Erklärungsbegriffs.[1]

Dieser Abkoppelungsempfehlung folge ich hier offenkundig nicht, da hier sowohl der Begriff des Grundes wie der der Ursache expliziert wird.[2] Aus diesen Explikationen folgen nun leicht einige präzise Aussagen zur Gleichartigkeitsthese – unter der Einschränkung, daß sich das Begriffspaar „Gründe und direkte Ursachen" natürlich nicht exakt mit dem Begriffspaar „Voraussage und Erklärung" deckt. Denn erstens können unsere Gründe sowohl im probabilistischen wie im deterministischen Fall schwach sein, so daß sich auf ihnen nicht unbedingt eine verantwortungsvolle Voraussage aufbauen läßt;[3] und zweitens können sich Erklärungen auf beliebige Ursachen berufen, sie sind nicht auf direkte Ursachen eingeschränkt.[4]

Die erste Folgerung ist, daß der Begriff des Grundes und der der direkten Ursache voneinander logisch unabhängig sind. Wenn A ein Grund für B bzgl. P bzw. κ ist, so braucht A nicht tatsächlich eine direkte Ursache für B bzgl. P bzw. κ zu sein.[5] Und umgekehrt gilt das ebenso. Dies wird an der in versteckten Ursachen liegenden Täuschungsmöglichkeit[6] besonders deutlich; Ursachen liefern eben, solange sie versteckt sind, keine Gründe.

Wo eine zweite, positivere Folgerung in Bezug auf die Gleichartigkeitsthese zu finden sein könnte, liegt damit schon auf der Hand. Denn natürlich können in einer Erklärung, die *wir* geben, nicht Ursachen auftauchen, die *für uns* versteckt sind; wir nennen dabei nur Sachverhalte, von denen wir schon annehmen, daß sie tatsächlich Ursachen sind (und stimmt diese Annahme, so ist auch die Erklärung richtig). Dieser Gedanke läßt sich formal so umsetzen:

---

[1] Für Erklärungen in diesem schwächeren Sinne ist auch die mir in der Tat passender erscheinende Bezeichnung „ex-post-facto-Begründung" angemessen; vgl. Stegmüller (1983), S. 1007.

[2] Dabei ist zu beachten, daß unser Begriff des Grundes gemäß den Definitionen 6.2 und 6.3 auch für den Fall der ex-post-facto-Begründung geeignet ist – weil man eben ihnen zufolge für bereits geglaubte Tatsachen Gründe sowohl haben wie bekommen kann; vgl. S. 211f.

[3] Diesen Punkt diskutiert Stegmüller in (1983), S. 982f.

[4] Diese Differenz ließe sich aber mit unseren späteren Explikationen zum Verschwinden bringen.

[5] Die Richtigkeit dieser Feststellung hängt natürlich nicht daran, daß sich A und B womöglich gar nicht für eine tatsächliche Ursachenbeziehung eignen; wir können also ruhig annehmen, daß $A \in \mathfrak{A}_i$. und $B \in \mathfrak{A}_j$ für i, j mit $\tau_i < \tau_i$ und daß der tatsächliche Verlauf Element von $A \cap B$ ist.

[6] Vgl. S. 217f.

Definition 6.9: Sei $A \in \mathfrak{A}_i$, $B \in \mathfrak{A}_j$, $\tau_i < \tau_j$ und $E \in \mathfrak{A}$. Dann ist A *E-sicher* eine direkte Ursache für B bzgl. P genau dann, wenn $A \cap B \cap E \neq 0$ und wenn für alle $\omega \in A \cap B \cap E$ gilt, daß A in ω eine direkte Ursache für B bzgl. P ist; und A ist *E-sicher* eine direkte Ursache (der Art *a*) für B bzgl. κ genau dann, wenn $A \cap B \cap E \neq 0$ und wenn für alle $\omega \in A \cap B \cap E$ gilt, daß A in ω eine direkte Ursache (der Art *a*) für B bzgl. κ ist.

Wenn also A *E*-sicher eine direkte Ursache für B bzgl. des epistemischen Zustands des Subjektes X ist und wenn X E glaubt, so darf man sagen, *daß X A für eine direkte Ursache von B hält*.[1] Nur solche Sachverhalte, die X für Ursachen hält, kann X als erklärend akzeptieren. Inwieweit diese für X dann auch Gründe sind, ist Inhalt der folgenden Sätze:

Satz 6.10: Sei $A \in \mathfrak{A}_i$, $B \in \mathfrak{A}_j$, $\tau_i < \tau_j$ und $E \in \mathfrak{A}^i_{<j}$. Wenn dann A *E*-sicher eine direkte Ursache für B bzgl. P ist, so ist A unter E ein Grund für B bzgl. P, sofern die folgende Zusatzannahme erfüllt ist:
es gilt für alle $x \in \mathbb{R}$ $\sum_{\omega \in D_x} [P(Z_\omega \mid A \cap E) - P(Z_\omega \mid \bar{A} \cap E)] \geq 0$, wobei $D_x = \{\omega \in E \mid P(B \mid A \cap Z_\omega) \geq x\}$ und für jedes $\omega \in E$ Z_ω wieder das Element von $\mathfrak{Z}^i_{<j}$ mit $\omega \in Z_\omega$ sei, oder es gilt für alle $x \in \mathbb{R}$ $\sum_{\omega \in D'_x} [P(Z_\omega \mid A \cap E) - P(Z_\omega \mid \bar{A} \cap E)] \geq 0$, wobei $D'_x = \{\omega \in E \mid P(B \mid \bar{A} \cap Z_\omega) \geq x\}$ und Z_ω wie eben.

Beweis: Es gilt $P(B \mid A \cap E) - P(B \mid \bar{A} \cap E) =$

$$= \sum_{\omega \in E} P(B \mid A \cap Z_\omega) \cdot P(Z_\omega \mid A \cap E) - P(B \mid \bar{A} \cap Z_\omega) \cdot P(Z_\omega \mid \bar{A} \cap E)$$
$$\geq \sum_{\omega \in E} P(B \mid A \cap Z_\omega) \cdot P(Z_\omega \mid \bar{A} \cap E) - P(B \mid \bar{A} \cap Z_\omega) \cdot P(Z_\omega \mid \bar{A} \cap E),$$

falls die erste Alternative der Zusatzannahme erfüllt ist; und der letzte Ausdruck ist größer als 0, da für alle $\omega \in E$ $P(B \mid A \cap Z_\omega) > P(B \mid \bar{A} \cap Z_\omega)$. Für die zweite Alternative ist der Beweisgang ebenso. Q.e.d.

---

[1] Was wir in Definition 6.5 noch nicht hineinlesen durften; vgl. S. 215f.

Der Inhalt der Zusatzannahme von Satz 6.10 ist nicht so wichtig. Wesentlich ist, daß im probabilistischen Fall weitere Bedingungen – seien es unsere oder irgendwelche andere – gegeben sein müssen, damit *E*-sichere direkte Ursachen unter *E* Gründe sind. Dieser mathematische Sachverhalt ist altbekannt, in der Statistik z.B. als Simpsons Paradox.[1] Im deterministischen Fall ist es im allgemeinen auch nicht anders:

Satz 6.11: Seien *A*, *B* und *E* wie in Satz 6.10. Wenn dann *A* *E*-sicher eine direkte Ursache für *B* bzgl. κ ist, so ist *A* unter *E* ein Grund für *B* bzgl. κ, sofern die folgende Zusatzannahme erfüllt ist: es gibt $\omega_1, \omega_2 \in E$ mit

$$\kappa(\overline{B} \cap Z_{\omega_1} \mid A) = \min_{\omega \in E} \kappa(\overline{B} \cap Z_{\omega} \mid A) \text{ und } \kappa(B \cap Z_{\omega_2} \mid \overline{A}) = \min_{\omega \in E} \kappa(B \cap Z_{\omega} \mid \overline{A})$$

derart, dass

(a) $\kappa(B \mid A \cap Z_{\omega_1}) \leq \kappa(B \mid A \cap Z_{\omega_2})$ und $\kappa(\overline{B} \mid A \cap Z_{\omega_2}) \leq \kappa(\overline{B} \mid A \cap Z_{\omega_1})$ oder

(b) $\kappa(B \mid \overline{A} \cap Z_{\omega_1}) \leq \kappa(B \mid \overline{A} \cap Z_{\omega_2})$ und $\kappa(\overline{B} \mid \overline{A} \cap Z_{\omega_2}) \leq \kappa(\overline{B} \mid \overline{A} \cap Z_{\omega_1})$.

Beweis: Zunächst sei gezeigt, dass

(c) $\kappa(B \mid A \cap E) \leq \kappa(B \mid A \cap Z_{\omega_1})$ gilt.

(c) gilt jedenfalls, wenn $\kappa(\overline{B} \cap E \mid A) \geq \kappa(B \cap E \mid A)$, da dann $\kappa(B \mid A \cap E) = 0$. Wenn aber $\kappa(\overline{B} \cap E \mid A) < \kappa(B \cap E \mid A)$, so gilt gleichfalls $\kappa(B \mid A \cap E)$

$= -\kappa(\overline{B} \cap E \mid A) + \kappa(B \cap E \mid A) = -\kappa(\overline{B} \cap Z_{\omega_1} \mid A) + \kappa(B \cap E \mid A)$

$\leq -\kappa(\overline{B} \cap Z_{\omega_1} \mid A) + \kappa(B \cap Z_{\omega_1} \mid A) = \kappa(B \mid A \cap Z_{\omega_1})$. Auf ähnliche Weise ist zu zeigen, dass

(d) $\kappa(\overline{B} \mid A \cap E) \geq \kappa(\overline{B} \mid A \cap Z_{\omega_1})$,

(e) $\kappa(B \mid \overline{A} \cap E) \geq \kappa(B \mid \overline{A} \cap Z_{\omega_2})$ und

(f) $\kappa(\overline{B} \mid \overline{A} \cap E) \leq \kappa(\overline{B} \mid \overline{A} \cap Z_{\omega_2})$ gelten.

---

[1] Diese Bezeichnung bezieht sich auf Simpson (1951), wenngleich die Sache schon länger bekannt ist.

Nehmen wir nun an, daß (a) gegeben ist. Da A in ω_2 direkte Ursache für B bzgl. κ ist, gilt

(g) $\kappa(B \mid A \cap Z_{\omega_2}) < \kappa(B \mid \overline{A} \cap Z_{\omega_2})$ oder $\kappa(\overline{B} \mid \overline{A} \cap Z_{\omega_2}) < \kappa(\overline{B} \mid A \cap Z_{\omega_2})$.

All das ergibt:

$$\begin{aligned}
\kappa(B \mid A \cap E) &\leq \kappa(B \mid A \cap Z_{\omega_1}) \text{ (mit (c))} \\
&\leq \kappa(B \mid A \cap Z_{\omega_2}) \text{ (mit (a))} \\
&< \kappa(B \mid \overline{A} \cap Z_{\omega_2}) \text{ (mit der ersten Alternative von (g))} \\
&\leq \kappa(B \mid \overline{A} \cap E) \quad \text{(mit (e)), oder} \\
\kappa(\overline{B} \mid \overline{A} \cap E) &\leq \kappa(\overline{B} \mid \overline{A} \cap Z_{\omega_2}) \text{ (mit (f)} \\
&< \kappa(\overline{B} \mid A \cap Z_{\omega_2}) \text{ (mit der zweiten Alternative von (g))} \\
&\leq \kappa(\overline{B} \mid A \cap Z_{\omega_1}) \text{ (mit (a))} \\
&\leq \kappa(\overline{B} \mid A \cap E) \quad \text{(mit (d)),}
\end{aligned}$$

d.h. A ist unter E Grund für B bzgl. κ. Falls (b) gilt, läuft der letzte Beweisteil entsprechend. Q.e.d.

Wiederum ist der genaue Inhalt der Zusatzannahme in Satz 6.11 weniger wichtig als die Tatsache, daß Satz 6.11 nicht ohne diese oder eine andere Annahme auskommt. Noch wichtiger ist aber vielleicht, daß man in bestimmten Fällen auf diese Annahme verzichten kann. Dies besagt der

Satz 6.12: Seien A, B und E wie in Satz 6.10. Wenn dann A E-sicher eine $\left\{\begin{matrix}\text{hinreichende}\\ \text{notwendige}\end{matrix}\right\}$ direkte Ursache für B bzgl. κ ist, so ist A unter E ein $\left\{\begin{matrix}\text{hinreichender}\\ \text{notwendiger}\end{matrix}\right\}$ Grund für B bzgl. κ.

Beweis: Betrachten wir die „hinreichend"-Version. Hier gilt für alle $\omega \in E$ $0 = \kappa(\overline{B} \mid \overline{A} \cap Z_\omega) < \kappa(\overline{B} \mid A \cap Z_\omega)$ d.h. $\kappa(Z_\omega \mid \overline{A}) = \kappa(\overline{B} \cap Z_\omega \mid \overline{A})$ und $\kappa(Z_\omega \mid A) < \kappa(\overline{B} \cap Z_\omega \mid A)$. Daraus folgt $\kappa(E \mid \overline{A}) = \kappa(\overline{B} \cap E \mid \overline{A})$ und $\kappa(E \mid A) < \kappa(\overline{B} \cap E \mid A)$. Die „notwendig"-Version ist ebenso zu beweisen. Q.e.d.

Satz 6.12 garantiert uns also *ohne* Einschränkung die gewünschte Beziehung – und zwar gerade für die im deterministischen Fall wichtigsten Arten von Gründen und Ursachen. Einige Korollare runden das Bild ab:

Korollar 6.13: Wenn A unter E ein Grund für B bzgl. P ist und wenn $P(E) = 1$, so ist A ein Grund für B bzgl. P. Wenn also A, B und E wie in Satz 6.10 sind, A E-sicher eine direkte Ursache für B bzgl. P ist und $P(E) =1$, so ist A ein Grund für B bzgl. P, sofern die Zusatzannahme von Satz 6.10 erfüllt ist.

Das deterministische Analogon dazu läuft nicht ganz so glatt:

Korollar 6.14: Wenn A unter E ein Grund für B bzgl. κ ist und wenn $\kappa(\overline{E}) > 0$ und $\kappa(A) = \kappa(\overline{A}) = \kappa(B) = \kappa(\overline{B}) = 0,$ so ist A ein Grund für B bzgl. κ.

Beweis: Es gilt $\kappa(\overline{B} \mid \overline{A} \cap E) < \kappa(\overline{B} \mid A \cap E)$ oder $\kappa(B \mid A \cap E) < \kappa(B \mid \overline{A} \cap E)$. Ferner gilt aufgrund der Annahmen $\kappa(\overline{A} \cap E) = \kappa(A \cap E) = 0.$ Daraus folgt, daß

(a) $\kappa(\overline{A} \cap \overline{B} \cap E) < \kappa(A \cap \overline{B} \cap E)$ oder $\kappa(A \cap B \cap E) < \kappa(\overline{A} \cap B \cap E).$

In (a) müssen der erste oder vierte und der zweite oder dritte Term gleich 0 sein; und da auch $\kappa(\overline{B} \cap E) = \kappa(B \cap E) = 0,$ müssen außerdem in (a) der erste oder zweite und der dritte oder vierte Term gleich 0 sein. Also gilt $\kappa(\overline{A} \cap \overline{B} \cap E) = \kappa(A \cap B \cap E) = 0,$ und somit

(b) $\kappa(\overline{A} \cap \overline{B}) = \kappa(A \cap B) = 0.$

Da $\kappa(\overline{E}) > 0,$ gilt auch $\kappa(A \cap \overline{B} \cap \overline{E}) > 0$ und $\kappa(\overline{A} \cap B \cap \overline{E}) > 0$. Mit (a) folgt daraus:

(c) $\kappa(A \cap \overline{B}) > 0$ oder $\kappa(\overline{A} \cap B) > 0.$

(b) und (c) implizieren zuletzt, daß $\kappa(\overline{B} \mid \overline{A}) < \kappa(\overline{B} \mid A)$ oder $\kappa(B \mid A) < \kappa(B \mid \overline{A})$ gilt. Q.e.d.

Korollar 6.15: Wenn A unter E ein $\left\{\begin{matrix}\text{hinreichender}\\ \text{notwendiger}\end{matrix}\right\}$ Grund für B bzgl. κ ist und wenn $\kappa(\bar{E}) > 0$, $\kappa(A) = 0$ und $\left\{\begin{matrix}\kappa(E \mid \bar{A}) = 0\\ \kappa(B \cap \bar{E} \mid \bar{A}) > 0\end{matrix}\right\}$, so ist A ein $\left\{\begin{matrix}\text{hinreichender}\\ \text{notwendiger}\end{matrix}\right\}$ Grund für B bzgl. κ.

Beweis: Betrachten wir zuerst die „hinreichend"-Version. Hier gilt $\kappa(\bar{B} \mid \bar{A} \cap E) = 0 < \kappa(\bar{B} \mid A \cap E)$, d.h.

(a) $\quad -\kappa(\bar{A} \cap E) + \kappa(\bar{A} \cap \bar{B} \cap E) = 0 < -\kappa(A \cap E) + \kappa(A \cap \bar{B} \cap E).$

Wegen $\kappa(E \mid \bar{A}) = 0$ gilt $\kappa(\bar{A}) = \kappa(\bar{A} \cap E)$; und es gilt sowieso $\kappa(\bar{A}) \leq \kappa(\bar{A} \cap \bar{B}) \leq \kappa(\bar{A} \cap \bar{B} \cap E)$. Also folgt mit (a) $\kappa(\bar{A}) = \kappa(\bar{A} \cap \bar{B})$, d.h. $\kappa(\bar{B} \mid \bar{A}) = 0$. Ferner folgt aus (a) $\kappa(A \cap \bar{B} \cap E) > 0$, und aus $\kappa(\bar{E}) > 0$ folgt $\kappa(A \cap \bar{B} \cap \bar{E}) > 0$.. Beides zusammen liefert $\kappa(A \cap \bar{B}) > 0$ und wegen $\kappa(A) = 0$ daher auch $\kappa(\bar{B} \mid A) > 0$.

Die „notwendig"-Version läuft etwas anders. Bei ihr gilt $\kappa(B \mid A \cap E) = 0$, $< \kappa(B \mid \bar{A} \cap E)$, d.h.

(b) $\quad -\kappa(A \cap E) + \kappa(A \cap B \cap E) = 0 < -\kappa(\bar{A} \cap E) + \kappa(\bar{A} \cap B \cap E).$

Wieder gilt $\kappa(A \cap E) = 0$, also mit (b) auch $\kappa(A \cap B \cap E) = 0$ und folglich $\kappa(A \cap B) = 0$ und $\kappa(B \mid A) = 0$. Da $\kappa(\bar{A}) \leq \kappa(\bar{A} \cap E)$, impliziert (b), daß $\kappa(\bar{A}) < \kappa(\bar{A} \cap B \cap E)$. Die Prämisse $\kappa(B \cap \bar{E} \mid \bar{A}) > 0$ besagt, daß $\kappa(\bar{A}) < \kappa(\bar{A} \cap B \cap \bar{E})$. Beides zusammen liefert $\kappa(\bar{A}) < \kappa(\bar{A} \cap B)$, d.h. $\kappa(B \mid \bar{A}) > 0$. Q.e.d.

Der Übergang von Gründen unter einer Bedingung zu nicht-bedingten Gründen ist also nur mit zusätzlichen Annahmen zulässig, selbst wenn die Bedingung für wahr gehalten wird. Andere zusätzliche Annahmen als die in den Korollaren 6.14 und 6.15 hätten es auch getan; die angegebenen habe ich gewählt, weil sie mir in Anwendungen häufig vorzuliegen scheinen.

Die Korollare 6.14 und 6.15 lassen sich mit den Sätzen 6.11 und 6.12 ebenso zusammensetzen, wie es schon in Korollar 6.13 geschehen ist. Insbesondere liefern der Satz 6.12 und das Korollar 6.15 zusammen eine *beweisbare* Aussage, die

in unserem Rahmen der plausiblen Hälfte der Gleichartigkeitsthese, daß nämlich Erklärungen als Voraussagen hätten dienen können, am ehesten gleichkommt. Dies kann man als Bestätigung oder Rechtfertigung dieser Hälfte der Gleichartigkeitsthese auffassen. Fast das wichtigere Resultat scheint mir freilich zu sein, daß solche Aussagen mit unseren Explikationen, sofern diese akzeptabel sind, überhaupt in den Stand der Beweisbarkeit und Widerlegbarkeit kommen.

6.3 Warum der Ursachenbegriff und das Kausalprinzip wichtig sind[1]

Über das Verhältnis von Gründen und direkten Ursachen lassen sich noch weitere Feststellungen treffen, die uns ganz an den Anfang dieser Arbeit zurückführen, nämlich zu den Problempunkten (1) und (2) des 1. Kapitels, d.h. zu den Fragen, wieso kausale Begriffe für unsere Erfassung empirischer Wirklichkeit eine so zentrale Rolle spielen und welche besondere Stellung das Kausalprinzip dabei einnimmt.

Wenden wir uns zunächst der ersten Frage zu, zu der sich nun eine gar nicht aufregende Antwort findet, die in ihrer Schlichtheit diese Frage vielleicht nicht erschöpft, deren Banalität mir aber eher ein Vorzug zu sein scheint; denn gäbe es darauf nur tüftelige, komplizierte Antworten, so wäre dieser Umstand nur seinerseits wieder Anlaß zur Verwunderung. Die Antwort liegt in den folgenden zwei Theoremen, deren probabilistische Version ein altbekannter mathematischer Sachverhalt ist:

Satz 6.16: Seien P und Q zwei W-Maße auf $\mathfrak{A}$, und sei für $\omega \in \Omega$ und $j \in I$ $Y_{\omega, i}$ das Element von $\mathfrak{P}_{i < i}$ mit $\omega \in Y_{\omega, i}$. Gilt dann für alle $\omega \in \Omega$, $j \in I$ und $B \in \mathfrak{A}_i$ $P(B \mid Y_{\omega,i}) = Q(B \mid Y_{\omega,i})$,[2] so ist $P = Q$.

Beweis: Sei $I = (i_0, \ldots, i_n\}$, wobei $\tau_{i_0} < \ldots < \tau_{i_n}$. Laut Annahme gilt für alle $A \in \mathfrak{A}_{i_0}$ $P(A) = Q(A)$. Gelte nun für alle $A \in \mathfrak{A}_{<i_r}$ $P(A) = Q(A)$, und sei $E \in \mathfrak{A}_{i_{r+1}}$

[1] Der Rest der Arbeit hat leider nur mehr den Charakter eines Forschungsberichtes. Er ist also insgesamt reichlich skizzenhaft und bedarf noch einer sorgfältigen und detaillierten Ausarbeitung; dies gilt insbesondere für die Abschnitte 6.4 und 6.5.

[2] Das soll einschließen, daß $P(Y_{\omega,j}) > 0$ gdw. $Q(Y_{\omega,j}) > 0$.

und für $\omega \in \Omega$ B_ω das Element von $\mathfrak{P}_{i_r}$ mit $\omega \in B_\omega$. Dann ist $E = \bigcup_{\omega \in E} B_\omega \cap Y_{\omega,i_r}$ und demnach $P(E) = \sum_{\omega \in E} P(B_\omega \mid Y_{\omega,i_r}) \cdot P(Y_{\omega,i_r})$; dasselbe gilt für Q. Also gilt mit den Annahmen $P(E) = Q(E)$. Vollständige Induktion über I liefert damit $P = Q$. Q.e.d.

Entsprechend gilt der

Satz 6.17: Seien κ und λ zwei $\mathfrak{A}$-OKFs, und sei $Y_{\omega,i}$ wie in Satz 6.16. Gilt dann für alle $\omega \in \Omega$, $j \in I$ und $B \in \mathfrak{A}_j$ $\kappa(B \mid Y_{\omega,i}) = \lambda(B \mid Y_{\omega,i})$, so ist $\kappa = \lambda$.

Beweis: Ersetze im Beweis von Satz 6.16 P durch κ, Q durch λ und die Gleichung mit der Summenformel durch $\kappa(E) = \min_{\omega \in E}[\kappa(Y_{\omega,i_r}) + \kappa(B_\omega \mid Y_{\omega,i_r})]$.

Was besagen diese Sätze im Lichte der Definition 6.5? Überspitzt ausgedrückt, gerade dies: daß mit all den relativ zum epistemischen Zustand P bzw. κ[1] geltenden Aussagen über direkte Ursachenverhältnisse der epistemische Zustand P bzw. κ bereits eindeutig bestimmt ist. Diese Formulierung ist in zweierlei Hinsicht übertrieben: Erstens haben wir in den Sätzen 6.16 und 6.17 die Werte $P(A)$ und $\kappa(A)$ – wobei $A \in \mathfrak{A}_{i_0}$ und i_0 der zeitlich erste Faktor aus I ist – als gegeben angenommen; doch ergeben sich diese Werte in keiner Weise aus irgendwelchen kausalen Aussagen relativ zu P und κ. Zweitens, und das ist erheblicher, werden gemäß Definition 6.5 durch Aussagen über direkte Ursachen, grob gesagt, nur Größen*vergleiche* zwischen Werten der Form $P(B \mid Y_{\omega,i})$ bzw. $\kappa(B \mid Y_{\omega,i})$ $(\tau_i > \tau_{i_0})$ angestellt, die Werte selbst jedoch nicht näher festgelegt.

Der Kern der überspitzten Formulierung wird mit diesen Abstrichen freilich wenig verändert: Wie die Wirklichkeit oder ein Ausschnitt davon von einem Subjekt gesehen wird, wird durch seinen epistemischen Zustand P bzw. κ dargestellt; und dieser epistemische Zustand ist gerade durch diejenigen Werte von P bzw. κ im wesentlichen festgelegt, die herangezogen werden müssen, um die direkten Ursachenverhältnisse bzgl. P bzw. κ zu bestimmen. Des Subjekts kausales Bild vom jeweiligen Wirklichkeitsausschnitt ist somit stets ein substantieller Teil seines Gesamtbildes von diesem Wirklichkeitsausschnitt. Darin besteht die versprochene banale Aussage zur Problematik (1) des 1. Kapitels, die in Gestalt der

[1] Wir befinden uns ja nach wie vor im Rahmen der epistemischen Interpretation von P bzw. κ.

Sätze 6.16 und 6.17 einen Beweis findet. Daß diese Sätze so verstanden werden dürfen, hängt dabei natürlich ganz an der Akzeptabilität unserer Explikation direkter Ursachen.

In ähnlicher Weise ergeben sich nun auch einige Feststellungen über die erkenntnistheoretische Bedeutung verschiedener Versionen des Kausalprinzips. Ein durchaus schwaches Resultat liefert der nächste Satz, dessen Aussage erst nach seinem Beweise genauer interpretiert werde.

Satz 6.18: Sei $B \in \mathfrak{A}_i$ für ein $j \in I$ und $\mathfrak{H} = \{\emptyset, B, \overline{B}, \Omega\}$. Dann gilt:

(a) $\mathfrak{H}$ ist von $\mathfrak{A}_{<j}$ unabhängig bzgl. κ bzw. P[1] genau dann, wenn für alle $i \in I$ mit $\tau_i < \tau_j$ und alle $A \in \mathfrak{A}_i$ gilt: A ist Ω-sicher nicht direkte Ursache für B bzgl. κ bzw. P;

(b) $\mathfrak{H}$ ist von $\mathfrak{A}_{>i}$ bedingt durch $\mathfrak{A}_{<i}$ unabhängig bzgl. κ bzw. P genau dann, wenn für alle $k \in I$ mit $\tau_k < \tau_i$ und alle $C \in \mathfrak{A}_k$ gilt: B ist Ω-sicher nicht direkte Ursache für C bzgl. κ bzw. P – vorausgesetzt κ ist eine $\mathfrak{A}$-NKF;

(c) $\mathfrak{H}$ ist von $\mathfrak{A}^j$ unabhängig bzgl. κ bzw. P genau dann, wenn für alle $i, k \in I$ mit $\tau_i < \tau_i < \tau_k$ und alle $A \in \mathfrak{A}_i$ und $C \in \mathfrak{A}_k$ gilt: A ist Ω-sicher nicht direkte Ursache für B und B ist Ω-sicher nicht direkte Ursache für C bzgl. κ bzw. P – vorausgesetzt κ ist eine $\mathfrak{A}$-NKF.

Beweis: (a) Daß für alle $i \in I$ mit $\tau_i < \tau_j$ und alle $A \in \mathfrak{A}_i$ A Ω-sicher nicht direkte Ursache für B bzgl. κ ist, heißt, daß für alle solche i und A und alle $\omega \in \Omega$ $\kappa(B \mid A \cap Z_\omega) = \kappa(B \mid \overline{A} \cap Z_\omega)$ und $\kappa(\overline{B} \mid A \cap Z_\omega) = (\overline{B} \mid \overline{A} \cap Z_\omega)$ – wobei Z_ω das Element von $\mathfrak{Z}^i_{\kappa<i}$ mit $\omega \in Z_\omega$ sei –, d.h. daß für alle solche i $\mathfrak{H}$ von $\mathfrak{A}_i$ bedingt durch $\mathfrak{A}^i_{<i}$ bzgl. κ unabhängig ist – $\mathfrak{Z}^i_{\kappa<i}$ ist ja gerade die Menge der Atome von $\mathfrak{A}^i_{<i}$. Letzteres ist damit äquivalent, daß $\mathfrak{H}$ von $\mathfrak{A}_{<i}$ bzgl. κ unabhängig ist; denn die eine Richtung davon ergibt sich durch mehrfache Anwendung von Satz 5.32 (S. 185), und die umgekehrte Richtung davon ist trivial. Bzgl. P gilt genau dasselbe, da – wie auf S. 186 vermerkt – für P der zu Satz 5.32 analoge Satz gilt.

(b) Daß für alle $k \in I$ mit $\tau_k < \tau_i$ und alle $C \in \mathfrak{A}_k$ B Ω-sicher nicht direkte Ursache von C bzgl. κ ist, heißt, daß für alle solche k und C und alle $\omega \in \Omega$

[1] Unabhängigkeit und bedingte Unabhängigkeit bzgl. κ ist in den Definitionen 5.22 und 5.29 (S. 180f. und S. 183) definiert. Unabhängigkeit bzgl. P ist natürlich die bekannte stochastische Unabhängigkeit. Insbesondere heiße also – wenn $\mathfrak{H}$, $\mathfrak{k}$ und $\mathfrak{F}$ drei Sub-σ-Algebren von $\mathfrak{A}$ sind – $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{k}$ bedingt durch $\mathfrak{F}$ unabhängig bzgl. P gdw. für alle $D \in \mathfrak{H}$, alle $E \in \mathfrak{k}$ und alle Atome F von $\mathfrak{F}$ mit $P(F) > 0$ $P(D \cap E \mid F) = P(D \mid F) \cdot P(E \mid F)$ gilt.

$\kappa(C \mid B \cap Z_\omega) = \kappa(C \mid \bar{B} \cap Z_\omega)$ und $\kappa(\bar{C} \mid B \cap Z_\omega) = \kappa(\bar{C} \mid \bar{B} \cap Z_\omega)$ – wobei Z_ω nun das Element von $\mathfrak{Z}^i_{\mathfrak{A}<k}$ mit $\omega \in Z_\omega$ sei –, d.h. daß für alle solche k $\mathfrak{A}_k$ von $\mathfrak{H}$ bedingt durch $\mathfrak{A}^j_{<k}$ bzgl. κ unabhängig ist. Letzteres ist wiederum wegen Satz 5.32 damit äquivalent, daß $\mathfrak{H}$ von $\mathfrak{A}''_i$ bedingt durch $\mathfrak{A}'_i$ bzgl. κ unabhängig ist – wobei nun noch zu beachten ist, daß angenommen wurde, daß κ eine $\mathfrak{A}$-NKF ist und daß demnach Unabhängigkeit bzgl. κ symmetrisch ist. Bzgl. P gilt wiederum dasselbe.

(c) folgt schließlich unmittelbar aus (a) und (b). Denn daß $\mathfrak{H}$ von $\mathfrak{A}'_i$ und von $\mathfrak{A}''_i$ bedingt durch $\mathfrak{A}'_i$ bzgl. κ unabhängig ist, ist damit äquivalent, daß $\mathfrak{H}$ von $\mathfrak{A}^j$ bzgl. κ unabhängig ist; die eine Richtung davon folgt aus Satz 5.31 (S. 185), und die umgekehrte ist wiederum trivial. Mit P ist es wieder nicht anders. Q.e.d.

Schauen wir uns nun den Inhalt von Satz 6.18 (c) genauer an. Die Aussage nach dem „genau dann, wenn“ *negiert* eine sehr schwache Version des Kausalprinzips, welche besagt:

(6.1) Für den willkürlich gewählten Sachverhalt B gibt es wenigstens einen möglichen Verlauf, in dem er eine direkte Ursache *oder* eine direkte Wirkung hat.

Die Aussage vor dem „genau dann, wenn“ besagt:

(6.2) In $\mathfrak{A}^j$ findet sich kein einziger Grund für oder gegen B.

Gemäß Satz 6.18 (c) ist also (6.2) mit der Negation von (6.1) äquivalent. Die Frage ist daher: Stellt (6.2) in irgendeinem Sinne eine Absurdität dar, weil es (6.1) negiert?

Vorderhand nicht. Denn es gibt ganz alltägliche und in keiner Weise merkwürdige Prozesse, in denen (6.2) gilt. Ein Beispiel dafür liefert der Prozeßraum, mit dem eine Reihe von Würfen mit einem bestimmten Würfel beschrieben wird. Ergänzt man diesen Prozeßraum zu einem P-Prozeß, so werden alle Würfe voneinander stochastisch unabhängig sein; entsprechendes gälte erst recht, wenn man ein D-Prozessgesetz hinzunähme. In beiden Fällen liefert also, was immer in den etwa vom zehnten Wurf verschiedenen Würfen passiert, keinen Grund für irgendein bestimmtes Ergebnis des zehnten Wurfes.

Nun ist aber zu bedenken, daß man vom Kausalprinzip in allen seinen Versionen nie angenommen hat, daß es für beliebige Prozesse gilt; daß man einen Wirklichkeitsausschnitt so wählen kann, daß man *in ihm* keine Ursachen oder Wirkungen von dem, was in ihm passiert, findet, ist nicht weiter verwunderlich. Verwunderlich wäre es erst, wenn man auch in *allen* Erweiterungen dieses Ausschnitts keine solche Ursachen oder Wirkungen fände. Mit anderen Worten: das Kausalprinzip bezieht sich zunächst nur auf den einen universalen Prozeßraum, mit dem sozusagen unsere gesamte Welt erfaßt werden kann. In Anbetracht unserer Bemerkungen über mögliche Welten im rigorosen Sinne im Abschnitt 4.2 ist dieser Prozeßraum freilich überhaupt nicht mehr wohldefiniert,[1] doch will ich mich im Moment davon nicht stören lassen und der Argumentation halber in diesen universalen Kontext begeben.

Innerhalb dieses universalen Kontexts stellt nämlich (6.2) tatsächlich eine erkenntnistheoretische Absurdität dar. Denn nun sagt (6.2), daß es überhaupt keine möglichen Gründe (außer solchen, in denen von B oder $\overline{B}$ selbst die Rede ist) gibt, die für oder gegen B sprechen. Dies bedeutet, daß man über B überhaupt nichts in Erfahrung bringen kann, daß B also – großartiger ausgedrückt – außerhalb der erfahrbaren Wirklichkeit liegt und so gar kein sinnvoller Gegenstand unserer epistemischen Zustände ist.

Dieser Punkt sei noch etwas ausgeführt: Zu Beginn dieses Jahrhunderts suchten die logischen Positivisten, wegen ihres Verdachts, Metaphysik sei objektiv Unsinn, nach einem objektiven Kriterium, welches Sinnvolles von Sinnlosem scheidet, eben nach dem, wie es dann hieß, empiristischen Signifikanzkriterium. Ihr Hebel dazu war ihre Verifizierbarkeitstheorie der Bedeutung in der strengen Fassung, wonach die Bedeutung eines deskriptiven Satzes in den Bedingungen, unter denen er sich verifizieren läßt, besteht. Dieses Unterfangen war allerdings in zweierlei Hinsicht unglücklich. Zum einen verfing man sich in all den Problemen, die dem Begriff der Verifikation anhaften; insbesondere suggerierte dieser Begriff, daß es so etwas wie eine endgültige Verifikation oder Falsifikation gebe, so daß man sich auf die hoffnungslose Suche nach einer vermeintlich sicheren Basis der Erkenntnis begab. Zum andern erwies sich die erste Formulierung als viel zu scharf; schon einen harmlosen Allsatz mit (potentiell) unendlichem Anwendungs-

[1] Deshalb ist es wichtig und interessant, nach wohldefinierten Ausschnitten zu fahnden, die, zumindest annäherungsweise, kausal vollständig sind; denn wenn das Kausalprinzip überhaupt gilt, dann müßte es auch in solchen Ausschnitten gelten. Kausaltheoretisch wäre es dabei wiederum interessant, den hier verwandten Begriff des kausal vollständigen Ausschnitts zu explizieren.

bereich mußte man für nicht verifizierbar und damit für sinnlos halten. Immer weitere Aufweichungen der Verifizierbarkeitstheorie der Bedeutung wie des empiristischen Signifikanzkriteriums wurden nötig, und das Ende der Geschichte ist bekannt: das ganze Projekt wurde aufgrund seiner dauernden manifesten Erfolglosigkeit sang- und klanglos aufgegeben.[1]

Das heißt freilich nicht, daß das Projekt von Grund auf irregeleitet war. Im Gegenteil, sein vernünftiger Kern besteht gerade in der Ablehnung dessen, daß (6.2) innerhalb des umfassendsten, universalen Prozeßraums von einem sinnvoll formulierbaren Sachverhalt erfüllt werden könne. Ein deskriptiver Satz ist nicht dann sinnlos, wenn er nicht verifizierbar bzw. nicht falsifizierbar bzw. keine logische Konstruktion aus verifizier- oder falsifizierbaren Sätzen usw. ist, sondern eben dann, wenn es überhaupt keine Gründe für oder gegen ihn bzw. den von ihm ausgedrückten Sachverhalt gibt.[2]

Es scheint also in unserem Begriff von Erfahrungswirklichkeit zu liegen, daß innerhalb des universalen Kontexts (6.2) zu verwerfen und mithin die sehr schwache Version (6.1) des Kausalprinzips zu akzeptieren ist. Eine neue und aufregende Einsicht ist das nicht. Darauf war ich auch nicht aus; es kam mir vielmehr wie im Abschnitt 6.2 wieder darauf an zu demonstrieren, daß sich solche Überlegungen innerhalb meines Rahmens und aufgrund der Explikationen von Abschnitt 6.1 in plausibler Weise präzise nachvollziehen lassen.

Aufregend ist diese Einsicht unter anderem deswegen nicht, weil (6.1) in zweierlei Hinsicht eine schwache Aussage ist. Zum einen ist in (6.1) nur davon die Rede, daß der Sachverhalt *B* Ursachen *oder* Wirkungen hat. Allerdings geht es in den anderen Teilen von Satz 6.18 um striktere Aussagen. So wird hinter dem "genau dann, wenn" im Teil (a) eine Verschärfung von (6.1) negiert: nämlich daß *B* in wenigstens einem möglichen Verlauf eine direkte Ursache hat. Dafür steht vor dem „genau dann, wenn" von (a) eine schwächere Aussage als (6.2): nämlich daß sich zeitlich vor *B* nichts an Gründen für oder gegen *B* findet. Ein solcher Sachverhalt *B* wäre zwar unangenehm; man könnte sich dann nur davon überraschen lassen, ob *B* eintritt oder nicht. Doch ist diese Aussage auch innerhalb des universalen Prozeßraums nicht so absurd wie (6.2); *B* kann ja trotzdem über seine Wir-

---

[1] Vgl. dazu etwa Stegmüller (1970), Kap. III–V.

[2] Die Ersetzung des Verifikations- durch den Begründungsbegriff liefert natürlich für sich noch kein präzises Signifikanzkriterium; man müßte auch hier sehr ins Detail gehen. Doch es ist erwähnenswert, daß eine entsprechende „Begründungstheorie der Bedeutung" sehr nach Quine klingt; vgl. etwa Quine (1951) oder (1969), Kap. 3.

kungen der Erfahrung zugänglich sein. Ähnliches gilt für Satz 6.18 (b). So scheint zunächst doch nur die schwache Formulierung (6.1) zwingend begründet.

Zum andern ist in (6.1) nur davon die Rede, daß der Sachverhalt B in einem *möglichen* Verlauf Ursache oder Wirkung hat; doch gilt unser eigentliches Interesse nicht dieser bloßen Möglichkeit, sondern vielmehr der Aussage, daß jede Tatsache im tatsächlichen Verlauf Ursache oder Wirkung hat. Dieses Interesse läßt sich, glaube ich, befriedigen; hier sei wenigstens ein Schritt in die richtige Richtung unternommen:

Satz 6.19: Sei $\omega \in \Omega$, $j \in I$ und $B \in \mathfrak{A}_j$ mit $\omega \in B$. Dann gilt:

(a) Wenn es kein $E \in \mathfrak{A}_{\neq j}$ mit $\omega \in E$ gibt, so daß E ein Grund für B bzgl. κ bzw. P ist, dann gibt es kein $i \in I$ mit $\tau_i < \tau_j$ und kein $A \in \mathfrak{A}_i$, so daß A in ω direkte Ursache für B bzgl. κ bzw. P ist;

(b) wenn es kein $E \in \mathfrak{A}^j$ mit $\omega \in E$ gibt, so daß E ein Grund für B bzgl. κ bzw. P ist, dann gibt es kein $i \in I$ mit $\tau_i < \tau_j$, kein $k \in I$ mit $\tau_k > \tau_j$, kein $A \in \mathfrak{A}_i$ und kein $C \in \mathfrak{A}_k$, so daß A in ω direkte Ursache für B oder B in ω direkte Ursache für C bzgl. κ bzw. P ist.

Beweis: Nehmen wir für den Beweis von (a) an, daß es ein $i \in I$ mit $\tau_i < \tau_j$ und ein $A \in \mathfrak{A}_i$ gibt, so daß A in ω direkte Ursache für B bzgl. P ist. Es gilt dann $\omega \in A$ und $P(B \mid A \cap Z_\omega) > P(B \mid \bar{A} \cap Z_\omega)$ – wobei Z_ω wieder das Element von $\mathfrak{Z}^i_{k<i}$ mit $\omega \in Z_\omega$ ist. Sei nun $E_1 = A \cap Z_\omega$, $E_2 = A \cap \bar{Z}_\omega$, $E_3 = \bar{A} \cap Z_\omega$ und $E_4 = \bar{A} \cap \bar{Z}_\omega$ und sei $E = \bigcup\{E_r \mid P(B \mid E_1) \leq P(B \mid E_r)\}$. Dann gilt also $\omega \in E_1 \subseteq E \subset \Omega$ und vor allem $P(B \mid E) > P(B \mid \bar{E})$. Damit setzt sich die Annahme jedoch in Widerspruch zu der Voraussetzung von (a). (b) läßt sich auf dieselbe Weise beweisen. Und bzgl. κ läuft der Beweis ganz analog. Q.e.d.

Satz 6.19 (b) verbessert Satz 6.18 (c) in der gewünschten Hinsicht. Denn wir dürfen für das ω von Satz 6.19 insbesondere den tatsächlichen Verlauf einsetzen; und dann steht im Dann-Satz von 6.19 (b) die Negation einer Version des Kausalprinzips, die eher befriedigt als (6.1) – nämlich:

(6.3) Die willkürlich gewählte Tatsache B hat tatsächlich eine direkte Ursache oder eine direkte Wirkung.

Und der Wenn-Satz von 6.19 (b) läßt sich dann so lesen:

(6.4) In $\mathfrak{W}^j$ findet sich kein einziger wahrer Grund für die Tatsache *B*.

(6.4) stellt wiederum eine Absurdität dar – zumindest dann, wenn wir uns wieder in den Kontext des eigentlich nicht wohldefinierten universalen Prozeßraums begeben. Denn dann besagt (6.4), daß es überhaupt keine wahren Gründe (außer solchen, in denen von *B* selbst die Rede ist) gibt, die für die Tatsache *B* sprechen. Und das ist seltsam; denn es ist dann unerfindlich, wie wir je in den Stand kommen könnten, *B* für wahr zu halten – außer durch Irrtümer, d.h. durch Gründe, die falsch sind. Die Verwerfung von (6.4) beinhaltet somit die Verwerfung dessen, was Putnam metaphysischen Realismus nennt, d.h. der Auffassung, ein Satz könne wahr sein, obwohl er von der besten Theorie, die sich die Menschheit idealerweise überhaupt bilden kann, für falsch erklärt wird.[1] Denn welche bessere Theorie als die, daß *B* falsch ist, können wir uns über *B* bilden, wenn wir gemäß (6.4) an wahren Gründen nur solche finden, die *gegen B* sprechen? War (6.2) mit unseren Vorstellungen darüber unverträglich, welche Sachverhalte sich überhaupt sinnvoll formulieren lassen, so steht nun (6.4) also im Widerspruch zu unseren Vorstellungen darüber, welche Sachverhalte wahr sein können.

Nun ist aber einzuräumen, daß Satz 6.19 insofern schwächer als Satz 6.18 ist, als er nur Implikationen und keine Äquivalenzen formuliert. Er sagt also nur, daß mit der Annähme des Kausalprinzips (6.3) die Absurdität (6.4) garantiert vermieden ist; er sagt aber nicht, daß eine solche Absurdität nur auf diese Weise vermieden werden kann, und liefert so noch keine gute Begründung für (6.3). Es gibt jedoch vermutlich Abschwächungen von (6.4), die trotzdem noch ähnlich absurd sind; und bedenkt man weiterhin, daß im Beweis von Satz 6.19 (b) gar nicht die volle Stärke der Prämisse (6.4) verwandt wurde, so besteht Hoffnung, daß sich noch geeignetere Theoreme finden lassen. Doch will ich diesen Punkt jetzt nicht weiter verfolgen. Es sei nur ergänzend bemerkt, daß der Wenn-Satz des Teils (a) von Satz 6.19 wiederum eine allenfalls unerfreuliche, aber keineswegs widersinnige Aussage enthält; demnach verhilft uns auch der Satz 6.19 nicht zu Begründungen für stärkere Versionen des Kausalprinzips, die anstatt von Ursachen oder Wirkungen nur von Ursachen reden.

---

[1] Vgl. etwa Putnam (1978), Teil 4, oder (1980).

6.4 Über indirekte Ursachen und kausale Abhängigkeit

Nachdem der Anfangsschritt zur Entwicklung einer Kausalitätstheorie in der Explikation direkter Ursachen bestand, gilt es im zweiten Hauptschritt den Ursachenbegriff schlechthin zu erklären, oder auch nur den Begriff der indirekten Ursache – denn Ursachen sind ja immer direkte oder indirekte. Die mir am angemessensten erscheinende Möglichkeit dafür sei nun erläutert, auch wenn ich hier nicht mehr viel zu ihrer Verteidigung unternehme.

Daß die Angelegenheit nicht ganz einfach ist, erkennt man vielleicht am besten, wenn man sieht, daß der naheliegendste Vorschlag nicht funktioniert. Dieser geht von der intuitiven Erwartung aus, daß die Ursachenbeziehung transitiv ist, daß also gilt: wenn A Ursache für B und B Ursache für C ist, so muß auch A Ursache für C sein. Diese Erwartung läßt sich sofort in eine Definition umsetzen; man definiere den Ursachenbegriff einfach als den transitiven Abschluß des Begriffs der direkten Ursache. Genauer heißt dies:

(6.5) A ist in $\omega \in \Omega$ eine Ursache für B bzgl. κ bzw. P genau dann, wenn es C_1, …, C_n gibt derart, daß $C_1 = A$, $C_n = B$ und für alle $r = 1, \ldots, n-1$ C_r in ω eine direkte Ursache für C_{r+1} bzgl. κ bzw. P ist; und A ist in $\omega \in \Omega$ eine indirekte Ursache für B bzgl. κ bzw. P genau dann, wenn A in ω eine Ursache, aber keine direkte Ursache für B bzgl. κ bzw. P ist.

Hier ist jedoch ein Beispiel, welches zumindest einen Zweifel auf die Transitivität der Ursachenbeziehung wirft – und zwar schon innerhalb der deterministischen Beschreibungsweise. Es gibt gerade zwei Methoden, am Roulettetisch im Casino Frustration zu vermeiden: entweder setzen und gewinnen oder gar nicht erst setzen. Nehmen wir also an, ein gewisser Herr namens X habe gesetzt (A), auf Rouge z.B., habe gewonnen (B), mit der 12 z.B., und sei daher am Ende nicht frustriert gewesen (C). Hier ist B eine Ursache für C, und zwar eine hinreichende; denn wer nicht verliert, ist nicht frustriert. A ist auch eine Ursache für B, wenn auch nur eine notwendige; ohne Setzen gibt's nichts zu gewinnen. Soll man nun deswegen X's Setzen (A) auch als Ursache seines Nicht-Frustriert-Seins (C) bezeichnen? Das wäre zumindest seltsam, da X doch, wenn er nicht gesetzt hätte, in jedem Fall nicht frustriert gewesen wäre. Oder anders ausgedrückt: Wenn die Sa-

che mit Frustration ($\overline{C}$) geendet hätte, etwa weil die schwarze 13 statt der roten 12 kam, so wäre das Setzen (A) jedenfalls Ursache, genauer, notwendige Ursache, für die Frustration ($\overline{C}$) gewesen; und das verträgt sich schlecht damit, daß A tatsächlich Ursache für C sein soll.

Auch wenn ich hier dazu neige, A nicht als Ursache von C zu bezeichnen – ein schlagendes Beispiel gegen (6.5) ist das noch nicht; man kann sich ihm auf verschiedene Weisen entziehen: Man könnte bestreiten, daß darin A eine Ursache für B ist. Man könnte sagen, daß hier nur schärfer spezifizierte Sachverhalte, also z.B. „X setzt auf Rouge“ oder „X freut sich“ statt „X setzt“ oder „X ist nicht frustriert“, in Ursachenbeziehungen stehen. Man könnte vielleicht vermuten, daß hier eben schon ein zweischneidiger Fall vorliege, wie er im Abschnitt 3.3, S. 91f., beschrieben wurde. Oder man könnte dem Beispiel halb recht geben und sagen, daß man die Transitivität der Ursachenbeziehung nur für solche Fälle behaupten wollte, wo es immer nur um hinreichende oder nur um notwendige Ursachen geht, und nicht für einen gemischten Fall wie im Beispiel.

Wie dem auch sei, das Beispiel beraubt (6.5) jedenfalls seiner Selbstverständlichkeit; und anstatt nun an diesem Beispiel herumzuknobeln, empfiehlt es sich, sich die formale Situation abstrakt klar zu machen. Betrachten wir dazu den einfachsten Prozeßraum, in dem es eine indirekte Ursachenbeziehung geben kann: nämlich den mit $I = \{i, j, k\}$, $\tau_i < \tau_j < \tau_k$, $\mathfrak{A}_i = \{\emptyset, A, \overline{A}, \Omega\}$, $\mathfrak{A}_j = \{\emptyset, B, \overline{B}, \Omega\}$ und $\mathfrak{A}_k = \{\emptyset, C, \overline{C}, \Omega\}$. Und begeben wir uns in den probabilistischen Rahmen, indem wir ein W-Maß P auf $\mathfrak{A}$ annehmen. Der einzige Grund hierfür ist, daß wir es hier mit den einfacheren Formeln zu tun haben; im deterministischen Rahmen lassen sich genau die gleichen Überlegungen anstellen.

Wann ist dann A gemäß (6.5) Ursache für C (bzgl. P in einem $\omega \in A \cap B \cap C$ – das dauernd zu erwähnen, können wir uns sparen)? Entweder wenn A eine direkte Ursache für C ist, wenn also $P(C \mid A \cap B) > P(C \mid \overline{A} \cap B)$. Oder wenn A über B indirekte Ursache für C ist, wenn also A für B und B für C direkte Ursache ist, d.h. $P(B \mid A) > P(B \mid \overline{A})$ und $P(C \mid A \cap B) > P(C \mid A \cap \overline{B})$, und wenn A nicht direkte Ursache für C ist, d.h. $P(C \mid A \cap B) \leq P(C \mid \overline{A} \cap B)$. Dieser Begriff der indirekten Ursache entspricht meines Erachtens gar nicht unseren intuitiven Vorstellungen, wie wir sie schon im Fall 4 des 3. Kapitels (S. 69ff.) dargelegt haben; er ist in zweierlei Hinsicht zu schwach:

Erstens sollte dafür, daß A über B indirekte Ursache für C ist, nicht bloß $P(C \mid A \cap B) \leq P(C \mid \overline{A} \cap B)$, sondern die schärfere Bedingung $P(C \mid A \cap B) =$

$P(C \mid \overline{A} \cap B)$ gelten. Denn intuitiv betrachtet ist, wie ich schon auf S. 69 schrieb, für eine von A über B zu C führende Kausalkette charakteristisch, daß in ihr A für B ursächlich ist und daß jedoch, wo sich B schon realisiert hat, für C nur mehr dieses B, aber nicht die kausale Vorgeschichte von B relevant ist; und genau das kommt in der schärferen Bedingung zum Ausdruck.

Ein Zusatzargument macht das vielleicht noch plausibler. Wenn es möglich wäre, daß A über B indirekte Ursache für C ist und trotzdem $P(C \mid A \cap B) < P(C \mid \overline{A} \cap B)$ gilt, A also, wenn $\overline{C}$ eingetreten wäre, direkte Ursache für $\overline{C}$ wäre, dann wäre A in Bezug auf C zweischneidig – im Sinne des Falls (10) des 3. Kapitels (S. 91f.). Nun hatte ich damals solche Zweischneidigkeit nicht rundheraus für unmöglich erklären wollen; doch stützten sich die Beispiele dafür darauf, daß in ihnen komplexe und undurchschaute Kausalbeziehungen am Werke waren. Daher scheint es mir unsinnig zu sein, auch für den jetzt gegebenen, ganz einfachen Fall Zweischneidigkeit zu reklamieren,[1] und genau dies wird durch die obige schärfere Bedingung ausgeschlossen.

Zweitens ist gemäß (6.5) eine über B laufende, indirekte Ursachenbeziehung zwischen A und C damit verträglich, daß $P(C \mid A \cap \overline{B}) \neq P(C \mid \overline{A} \cap \overline{B})$; und das ist ebenfalls intuitiv unerwünscht. Denn wenn sich, aus welchen Gründen auch immer, $\overline{B}$ statt B realisiert haben sollte, so würde man sagen, daß die von A über B zu C führende Kausalkette abgerissen oder abgebrochen ist und daß A somit seiner nur durch B vermittelten kausalen Relevanz für C beraubt ist. Wenn jedoch $P(C \mid A \cap \overline{B}) \neq P(C \mid \overline{A} \cap \overline{B})$ gälte, so wäre A bei Realisierung von $\overline{B}$ direkte Ursache entweder für C oder für $\overline{C}$, also jedenfalls für C kausal relevant. Und genau deswegen sollte diese Ungleichung nicht gelten können, wenn A über B indirekte Ursache für C ist.

Zusammengefaßt bedeutet dies: A ist erst dann über B indirekte Ursache für C, wenn A für B und B für C direkte Ursache ist und wenn A unter B wie unter $\overline{B}$ für C irrelevant ist, wenn also $P(C \mid A \cap B) = P(C \mid \overline{A} \cap B)$ und $P(C \mid A \cap \overline{B}) = P(C \mid \overline{A} \cap \overline{B})$. Und wir dürfen hier das gerade formulierte „erst dann, wenn“ zu einem „genau dann, wenn“ verstärken, denn die genannten Bedingungen sind hier schon so restriktiv, daß sie sich gar nicht mehr in sinnvoller Weise verschärfen lassen.

Damit haben wir, glaube ich, unsere intuitive Vorstellung darüber, was für eine aus drei Gliedern A, B und C bestehende Kausalkette charakteristisch ist, ange-

---

[1] Deswegen meine ich auch, daß im obigen Roulette-Beispiel kein zweischneidiger Fall vorliegt.

messen ausgedrückt. Diese Vorstellung läßt sich nun leicht auf beliebig lange, endliche Kausalketten ausdehnen, und zwar innerhalb beliebigen, wenn auch nach wie vor endlichen und simultaneitätsfreien Prozeßräumen und auch innerhalb des deterministischen Rahmens:

Definition 6.20: Sei $\omega \in \Omega$, und für $r = 1, ..., n$ $(n \geq 2)$ $i_r \in I$ und $C_r \in \mathfrak{A}_{i_r}$
Dann bilden $C_1, \ldots, C_n$ *in* ω *eine Kausalkette bzgl.* P genau dann, wenn gilt:

(a) für alle $r = 1, ..., n–1$ ist C_r in ω eine direkte Ursache für C_{r+1} bzgl. P (das schließt ein, daß $\tau_{i_r} < \tau_{i_{r+1}}$ und $\omega \in C_r$ für alle r),

(b) für alle $r = 2, ..., n–1$ gilt: wenn $\mathfrak{L}_{r-1}$ die von $\{C_1, \ldots, C_{r-1}\}$ erzeugte Algebra, $J_r = I_{<i_r} \setminus \{i_1, \ldots, i_{r-1}\}$ und $Z_{\omega,r}$ das Element von $\mathfrak{Z}_{J_r}$ mit $\omega \in Z_{\omega,r}$ ist, so ist für alle $D, D' \in \mathfrak{L}_{r-1}$
$P(C_{r+1} \mid C_r \cap Z_{\omega,r} \cap D) = P(C_{r+1} \mid C_r \cap Z_{\omega,r} \cap D')$ und
$P(C_{r+1} \mid \bar{C}_r \cap Z_{\omega,r} \cap D) = P(C_{r+1} \mid \bar{C}_r \cap Z_{\omega,r} \cap D')$.

Entsprechend bilden $C_1, ..., C_n$ *in* ω *eine Kausalkette (der Art a) bzgl.* κ genau dann, wenn gilt:

(c) für alle $r = 1, ..., n–1$ ist C_r in ω eine direkte Ursache (der Art a) für C_{r+1} bzgl. κ,

(d) für alle $r = 2, ..., n–1$ gilt: wenn $\mathfrak{L}_{r-1}$ und $Z_{\omega,r}$ wie in (b) erklärt sind, so ist für alle $D, D' \in \mathfrak{L}_{r-1}$ und für alle $C^*_{r+1} \in \{C_{r+1}, \bar{C}_{r+1}\}$
$\kappa(C^*_{r+1} \mid C_r \cap Z_{\omega,r} \cap D) = \kappa(C^*_{r+1} \mid C_r \cap Z_{\omega,r} \cap D')$ und
$\kappa(C^*_{r+1} \mid \bar{C}_r \cap Z_{\omega,r} \cap D) = \kappa(C^*_{r+1} \mid \bar{C}_r \cap Z_{\omega,r} \cap D')$.

Die Bedingung (b) verallgemeinert dabei die charakteristische Eigenschaft, die wir am Beispiel der dreigliedrigen Kausalkette $\{A, B, C\}$ schon erläutert haben, auf beliebige Kausalketten $\{C_1, ..., C_n\}$: die Eigenschaft nämlich, daß die aus $C_1, ..., C_{r-1}$ bestehende Entwicklung der Kausalkette vor τ_{i_r} keinerlei Einfluß auf ihre Entwicklung nach τ_{i_r} hat, sofern bereits gegeben ist, daß sich zu τ_{i_r} C_r realisiert bzw. nicht realisiert hat. Das $Z_{\omega,r}$ findet deswegen Eingang in die Bedingung (b), weil es in I in der Regel noch andere Faktoren als $i_1, ..., i_n$ gibt, die sich im Verlauf ω auf die eine oder andere Weise realisieren, und weil dann die genannte charakteristische Eigenschaft gerade unter den in ω gegebenen Umständen, d.h. bei gegebenem $Z_{\omega,r}$ gelten muß. Die Bedingung (d) ist schließlich einfach das deterministische Analogon zur Bedingung (b).

Damit können wir den Begriff der Ursache schlechthin definieren:

Definition 6.21: Sei $i, j \in I$, $A \in \mathfrak{A}_i$, $B \in \mathfrak{A}_j$ und $\omega \in \Omega$. Dann ist *A in* ω *eine Ursache für B bzgl. P* bzw. eine *Ursache (der Art a) für B bzgl.* κ genau dann, wenn es $C_1, ..., C_n$ mit $C_1 = A$ und $C_n = B$ gibt derart, daß $C_1, ..., C_n$ in ω eine Kausalkette bzgl. *P* bzw. eine Kausalkette (der Art a) bzgl. κ bilden.

Was ich so weit zur Stützung der Definitionen 6.20 und 6.21 gegenüber (6.5) getan habe, bestand einfach darin, zwei Intuitionen einander gegenüberzustellen – nämlich die Erwartung, die Ursachenbeziehung sei transitiv, und die Vorstellungen über die Beschaffenheit indirekter Ursachenbeziehungen – und mich dann der zweiten Intuition als der wesentlich festeren anzuvertrauen. Heißt das, daß die erste Intuition, die hinter (6.5) stand, der Grundlage entbehrt? Nein; ich nehme an, daß sie nach wie vor Gültigkeit hat, wenn auch nur eingeschränkte. Dazu wäre freilich genau zu untersuchen, unter welchen Bedingungen (6.5) und Definition 6.21 übereinstimmen; ich vermute, daß diese Bedingungen nicht sonderlich speziell sind, sofern man im deterministischen Rahmen bleibt und dort nur hinreichende bzw. nur notwendige bzw. notwendige und hinreichende Ursachenbeziehungen betrachtet.[1] Außerdem ist festzustellen, daß Kausalbeziehungen innerhalb einer Kausalkette gemäß Definition 6.21 trivialerweise transitiv sind – das heißt: wenn *A* Ursache für *B* und *B* Ursache für *C* ist *und* wenn die Kausalkette von *A* nach *B* und die von *B* nach *C* zusammen eine Kausalkette bilden, so ist *A* auch Ursache für *C*.

Weitere Stützung erfahren die Definitionen 6.20 und 6.21 durch die Tatsache, daß in ihnen natürlich nur altbekanntes Gedankengut verarbeitet ist. So steht hinter der Definition indirekter Ursachen von Suppes (1970)[2] offenkundig ein ähnlicher Grundgedanke wie hinter Definition 6.21. Reichenbach (1956) stellt an Kausalketten, die er über seinen rein probabilistisch definierten Begriff des „kausalen Dazwischenliegens" konstruiert, ebenfalls ähnliche, wenn auch schwächere Bedingungen.[3] Und am allermeisten ähnelt die Definition 6.20 der Kausalketten-

[1] Auf diese Weise ließe sich vielleicht auch die Ursachendefinition von Lewis (1973b) rechtfertigen, die einfach in (6.5) besteht und dabei aber auf notwendige und hinreichende Ursachen beschränkt ist.

[2] Vgl. (2.10), S. 56.

[3] Vgl. Reichenbach (1956), Abschn. 22; freilich verfolgt er dabei andere Intentionen als wir hier, nämlich eine kausale Theorie der Zeit; vgl. S. 24.

Definition von Good (1960–62).[1] Dieser Einklang hat einen tieferen Grund: nämlich, daß die Bedingung (b) von Definition 6.20, die ich als charakteristische Eigenschaft von Kausalketten bezeichnet habe, gerade die definierende Eigenschaft von (zeitlich diskreten) Markoffschen Prozessen ist;[2] und Markoffsche Prozesse wurden von Mathematikern und Physikern von jeher verwandt, um kausal lineare Prozesse probabilistisch zu beschreiben. So bringen die Definitionen 6.20 und 6.21 demgegenüber nur die Verallgemeinerung dieses Gedankenguts auf den deterministischen Fall, welche vor der Einführung der OKFs nicht möglich war, da erst die OKFs, wie auf S. 182 erwähnt, einen geeigneten deterministischen (bedingten oder nicht-bedingten) Unabhängigkeitsbegriff bereitstellten.

Freilich zeigen diese Referenzen nur, daß die Definitionen 6.20 und 6.21 in der richtigen Richtung liegen; über die feinen Details – und auf die kommt es am Ende an – sagen sie weniger. Denn nirgendwo habe ich die kausaltheoretischen Konsequenzen dieser oder ähnlicher Definitionen im Detail ausgearbeitet gefunden.[3] Diese zu liefern ist jedoch unbedingt erforderlich; denn erst anhand dieser Konsequenzen läßt sich Sicherheit über die Details der Definitionen gewinnen, und natürlich kann man erst dadurch einen Nutzen aus den Definitionen ziehen.

Dies wäre also auch hier noch zu leisten. Um nur einige Punkte zu nennen, die sich schon im Laufe dieser Arbeit ergeben haben: Es wäre, wie schon erwähnt, zu untersuchen, unter welchen Bedingungen der Ursachenbegriff transitiv ist. Dann stellt sich vor allem die Frage nach einer theoretischen Repräsentation all der im Kapitel 3 aufgezählten intuitiven Möglichkeiten; die unproblematischen dieser Möglichkeiten hätte die Theorie ebenfalls als möglich darzustellen; und bezüglich der undurchsichtigeren Fälle – wie etwa dem märchenhaften Fall 9 (S. 88) und dem zweischneidigen Fall 10 (S. 91), aber auch dem Fall 6 kausaler Überbestimmtheit (S. 72) und dem Relais-Fall 2c + 8a bzw. 2b + 8b (S. 81) – wäre plausibler Aufschluß zu erhoffen, ob, und wenn ja, unter welchen Bedingungen und auf welche Weise sie möglich sind. Ferner wäre der im Abschnitt 6.1 schon ange-

---

[1] Vgl. Good (1960–62), Teil II, Abschn. 8. Seine dortigen Bedingungen (iii)–(vi) sagen praktisch dasselbe wie die Bedingungen (a) und (b) von Definition 6.20.

[2] Das $Z_{\omega,r}$ von Definition 6.20 taucht freilich in der Definition Markoffscher Prozesse nicht auf – weil dort die Sachlage insofern etwas einfacher ist, als ein Markoffscher Prozeß seinen Prozeßraum gänzlich ausschöpft.

[3] Die mathematische Theorie der Markoffschen Prozesse ist natürlich kolossal. Insofern werden diese kausaltheoretischen Konsequenzen nichts mathematisch Aufregendes enthalten. Aber die mathematische Theorie ist eben keine Kausalitätstheorie; die kausalen Konnotationen schwingen in ihr allenfalls untergründig mit. Und deshalb liefert auch sie noch nicht von selbst diese kausaltheoretischen Konsequenzen.

fangene Vergleich mit den im Kapitel 2 dargestellten Konzeptionen fortzusetzen, die ja auch den Ursachenbegriff schlechthin erfassen wollen; insbesondere wäre hier auszuführen, wie sich theoretisch definieren läßt, was zu den obwaltenden Umständen eines direkten oder indirekten Ursachenverhältnisses gehört, und wie sich so die mit den obwaltenden Umständen drohenden Zirkelgefahren bannen lassen - ein Punkt, den wir auf S. 219 nur teilweise skizziert hatten. Schließlich wäre der Inhalt von Abschnitt 6.2 auf Ursachen im allgemeinen auszudehnen und auch der dort und im Abschnitt 6.3 nahegelegten allgemeinen Frage nachzugehen, inwiefern sich die gemäß einem bestimmten epistemischen Zustand bestehenden Begründungsverhältnisse, vage ausgedrückt, an der durch diesen epistemischen Zustand gegebenen Kausalstruktur ausrichten.

Natürlich gilt es außerdem, sich von den hier eingehaltenen technischen Beschränkungen zu befreien. Und selbstredend gibt es diverse inhaltliche Erweiterungen. Eine davon sei noch kurz angerissen:[1]

Zu Beginn dieser Arbeit (S. 15) erwähnten wir, daß nicht nur Sachverhalte, sondern auch Faktoren in Kausalbeziehungen verwickelt sein können. Auf der Grundlage des Bisherigen läßt sich das leicht explizieren:

Definition 6.22: (a) $j \in I$ heißt *in* $\omega \in \Omega$ *von* $i \in I$ *direkt kausal abhängig bzgl.* κ bzw. P genau dann, wenn $\tau_i < \tau_j$ und wenn es $A \in \mathfrak{A}_i$, $B \in \mathfrak{A}_j$ und $\omega' \in \Omega$ mit $\omega'(k) = \omega(k)$ für alle $k \neq i, j$ gibt, so daß A in ω' eine direkte Ursache für B bzgl. κ bzw. P ist.

(b) j heißt *in* ω *von* i *kausal abhängig bzgl.* κ bzw. P genau dann, wenn es $k_1, \ldots, k_n \in I$ mit $k_1 = i$ und $k_n = j$, $C_1, \ldots, C_n$ mit $C_r \in \mathfrak{A}_{k_r}$ $(r = 1, \ldots, n)$ und $\omega' \in \Omega$ mit $\omega'(k) = \omega(k)$ für alle $k \neq k_1, \ldots, k_n$ gibt, so daß $C_1, \ldots, C_n$ eine Kausalkette bzgl. κ bzw. P bilden.

(c) j heißt *von* i *(direkt) kausal abhängig bzgl.* κ bzw. P genau dann, wenn es ein $\omega \in \Omega$ gibt, so daß j in ω von i (direkt) kausal abhängig bzgl. κ bzw. P ist.

Der probabilistische Teil dieser Begriffsbildung dürfte insbesondere für Statistiker interessant sein, die ja gerade statistische Beziehungen zwischen verschiedenen Faktoren untersuchen und sich fragen, inwieweit sie auf diese Weise kausale Beziehungen zwischen Faktoren herausfinden können. So ist denn genau dieselbe

[1] Mein privater Grund hierfür ist, daß ich damit schließlich Anschluß an meinen Aufsatz (1980) gewinne.

Definition probabilistischer direkter kausaler Abhängigkeit zwischen Faktoren auch schon von statistischer Seite, nämlich von Granger z.B. in (1980), S. 330, vorgeschlagen[1] und für die statistische Arbeit nutzbar gemacht worden. Schließlich ist auch zu erwähnen, daß der probabilistische Teil der Definition 6.22 (c) mit denjenigen Definitionen äquivalent ist, die ich in Spohn (1980) gegeben habe.[2] Dies bedeutet insbesondere, daß die dort bewiesenen Theoreme ihre Gültigkeit behalten und sich außerdem in den deterministischen Rahmen übertragen lassen.

6.5 Über Naturgesetze und die realistische Interpretation von OKFs

Eine zentrale Frage ist nach wie vor offen, und deshalb sei ihr, zur vorläufigen Abrundung, in diesem letzten Abschnitt noch kurz nachgegangen: der Frage nämlich, wie sich Prozeßgesetze realistisch oder objektivistisch verstehen lassen. Denn bisher haben wir ja nur deren epistemische Interpretation explizit dargelegt, und damit konnten wir unserem – vielleicht vorurteilsbehafteten – Wunsch nach einem Verständnis von Kausalaussagen, welches nicht auf den epistemischen Zustand eines Subjektes relativiert zu werden braucht, nicht nachkommen. Die Betrachtungen, inwieweit diesem Wunsch entsprochen werden kann, will ich dabei auf den deterministischen Rahmen beschränken, welcher der dringlicher zu behandelnde ist; für ihn hatten wir die ungewohnten, erläuterungsbedürftigen OKFs eingeführt, während die Interpretationsmöglichkeiten für Wahrscheinlichkeitsmaße leidlich klar und jedenfalls ausführlich diskutiert sind,[3] so daß ich sie jetzt nicht aufrollen mag.[4]

Als erstes ist hier klarzustellen, daß hier ein echtes Problem vorliegt, welches keine triviale Lösung hat. Denn einerseits sind OKFs im allgemeinen nichts, wovon man sagen könnte, es sei wahr oder falsch; und andererseits ergeben sich mit unserer Explikation relativ zu den speziellen OKFs, die wahrheitsfähig sind, ganz widersinnige Kausalverhältnisse. Dies ist zu erläutern:

---

[1] Wie ich in Spohn (1983) näher ausgeführt habe.

[2] Das wäre freilich, genau genommen, im Beweise vorzuführen.

[3] Vgl. dazu die Angaben auf S. 145f.

[4] Auch wenn sich von unserem Ansatz her vielleicht neue Gesichtspunkte ergeben; s. die letzte Bemerkung in diesem Abschnitt.

In einem gegebenen D-Prozeß $\langle I, \Omega, \mathfrak{A}, \kappa\rangle$ gibt es immer gerade einen möglichen Verlauf $\omega_0 \in \Omega$, der die Wirklichkeit repräsentiert. Ein Sachverhalt $A \in \mathfrak{A}$ ist demnach genau dann eine Tatsache, wenn $\omega_0 \in A$; und eine Überzeugung, die einen solchen Sachverhalt zum Inhalt hat, ist wahr. Dies läßt sich ein Stückchen weit auf OKFs übertragen; es ist vielleicht erlaubt zu sagen, daß eine $\mathfrak{A}$-OKF κ *insoweit* wahr ist, als $\kappa(\omega_0) = 0$ gilt. Denn ein Subjekt, für dessen epistemischen Zustand κ $\kappa(\omega_0) = 0$ gilt, hat lauter wahre Überzeugungen: es glaubt einen Sachverhalt A gerade dann, wenn $\kappa(\bar{A}) > 0$,[1] wenn es A glaubt, gilt also $\omega_0 \in A$. Allerdings – und deswegen ist diese Redeweise gefährlich – gibt es viele OKFs, die in ihrer insoweit gegebenen Wahrheitsfähigkeit gleichwertig sind; zwei OKFs κ und κ' sind in dieser Hinsicht gerade dann äquivalent, wenn für alle $\omega \in \Omega$ $\kappa(\omega) = 0$ gdw. $\kappa'(\omega) = 0$ gilt. Und dann hat man vorderhand gar keine Handhabe mehr, von zwei solcherweise äquivalenten OKFs eine als wahr oder richtig auszuzeichnen.[2] Das bedeutet aber, daß man im allgemeinen eine OKF insgesamt nicht als wahr oder falsch bezeichnen kann.[3]

Nur für eine spezielle Sorte von OKFs gilt, daß sie durch das Stückchen, insoweit sie wahr sein können, schon ganz bestimmt sind – nämlich für die, die nur 0 und 1 als Werte annehmen. Definieren wir dazu für jedes $L \in \mathfrak{A} \setminus \{\varnothing\}$die $\mathfrak{A}$-OKF κ^L durch $\kappa^L(\omega) = \left\{\begin{array}{c} 0 \text{ für } \omega \in L \\ 1 \text{ sonst} \end{array}\right\}$. Dann ist die Menge aller κ^L offenkundig gerade die Menge aller $\mathfrak{A}$-OKFs, die nur die Werte 0 und 1 annehmen; und sie stehen in eineindeutiger Entsprechung zu den Sachverhalten aus $\mathfrak{A} \setminus \{\varnothing\}$. Daher kann man von einer solchen OKF κ^L – und nur von einer solchen – sagen, sie sei wahr oder falsch, je nachdem, ob der ihr entsprechende Sachverhalt L besteht oder nicht.

Da liegt nun der Gedanke nahe, für L denjenigen Sachverhalt zu nehmen, der durch die Konjunktion aller (im betrachteten Prozeßraum) gültigen Naturgesetze beschrieben wird. Man könnte hoffen, damit zwei Fliegen mit einer Klappe zu schlagen: zum einen hätte man in κ^L eine wahrheitsfähige, realistisch interpretierbare OKF, und zum andern könnte man so wieder zu der als allerersten (auf S. 152) erwogenen und nur ungern verworfenen Konzeption deterministischer Pro-

---

[1] Vgl. S. 177.

[2] Mit der einen kann man vielleicht, vage ausgedrückt, die erfolgreicheren Induktionen machen als mit der anderen; und insofern könnte man sagen, daß die eine die richtigere ist. Aber was das mit Wahrheit zu tun hat, gilt es ja gerade zu klären.

[3] Was natürlich wahr oder falsch sein kann, ist die Aussage, daß ein Subjekt X eine OKF κ *hat,* daß κ also den epistemischen Zustand von X repräsentiert; doch sagt das nichts über die Wahrheit von κ selbst.

zeßgesetze zurückkehren. Doch es bleibt dabei, daß diese Konzeption zu verwerfen ist; bezüglich κ^L ergeben sich nämlich – wie L auch beschaffen ist – immer unerwünschte Kausalverhältnisse. Dies sei nur an einem besonders deutlichen Fall demonstriert:

Sei $A \in \mathfrak{A}_i$, $B \in \mathfrak{A}_j$, $\tau_i < \tau_j$, $\omega \in A \cap B$ und Z_ω wie üblich das Element von $\mathfrak{Z}^j_{\mathfrak{A}<j}$ mit $\omega \in Z_\omega$. Gelte ferner $\omega \in L$; denn der Fall, daß $\omega \notin L$, ist uninteressant, wo L wahre Naturgesetze repräsentieren soll. Machen wir schließlich die im Regelfalle erfüllte Annahme, daß $\overline{A} \cap Z_\omega \cap L = \varnothing$; normalerweise wird A ja aus dem ganzen Z_ω naturgesetzlich folgen. Dies impliziert, daß $\kappa^L(\overline{A} \cap Z_\omega) = \kappa^L(\overline{A} \cap B \cap Z_\omega) = \kappa^L(\overline{A} \cap \overline{B} \cap Z_\omega) = 1$, und demnach, daß $\kappa^L(B \mid \overline{A} \cap Z_\omega) = \kappa^L(\overline{B} \mid A \cap Z_\omega) = 0$. Also kann A in ω nur dann eine direkte Ursache für B bzgl. κ^L sein, wenn $\kappa^L(\overline{B} \mid A \cap Z_\omega) = 1$, d.h. wenn $A \cap \overline{B} \cap Z_\omega \cap L = \varnothing$; A ist in diesem Falle eine nur hinreichende direkte Ursache für B. Die erste Merkwürdigkeit ist also, daß A unter den gemachten Annahmen nur eine hinreichende, aber nie eine notwendige Ursache sein kann. Die zweite, hauptsächliche Merkwürdigkeit ist, daß danach viel zu viele Sachverhalte direkte Ursachen von B sind: so z.B. jeder Sachverhalt, den man intuitiv bloß als indirekte Ursache bezeichnen wollte, und, sofern B schon von Z_ω allein naturgesetzlich impliziert wird, jeder von Z_ω naturgesetzlich ausgeschlossene Sachverhalt. Und drittens wäre es, sofern bzgl. B und einem $C \in \mathfrak{A}_k$ ($\tau_i < \tau_k$) die gleichen Annahmen gelten wie bzgl. A und B, unmöglich, daß A in ω indirekte Ursache für C bzgl. κ^L ist.

Man kann sich leicht durchrechnen, daß κ^L auch dann, wenn man auf die Annahme $\overline{A} \cap Z_\omega \cap L = \varnothing$ verzichtet, inadäquate Ergebnisse erzeugt. Der Grund für all die Absurditäten ist natürlich der altbekannte: daß κ^L allenfalls für bloß kontrafaktische Aussagen taugt, bei kontranomologischen Aussagen aber versagen muß.

Dies zeigt, was ich erläutern wollte: daß man mit den OKFs, die eine einfache realistische Interpretation haben, kausaltheoretisch gar nichts anfangen kann, und daß alle anderen OKFs keine einfache realistische Interpretation zulassen. Gibt es einen Weg aus diesem Dilemma? Ich denke, ja; zu seiner Skizze sei zunächst noch einmal allgemein auf einen Unterschied zwischen der wahrheitssemantischen und der ausdruckssemantischen Strategie, wie ich mich auf S. 161ff. ausdrückte, eingegangen:

Quine hat uns ein Problem immer wieder drastisch vor Augen geführt und uns fast jeder Hoffnung auf eine Lösung beraubt: das Problem nämlich, für modale oder intensionale Wendungen – also für das Reden von Bedeutungen, von propo-

sitionalen Einstellungen wie z.B. Überzeugungen, von Notwendigkeit und natürlich auch von Kausalität – auf extensionaler Basis und ohne faulen Rückgriff auf andere intensionale Entitäten angemessene Wahrheitsbedingungen anzugeben, um damit diese Wendungen sozusagen wissenschaftlich respektabel zu machen. Eine konstruktive Lösung dafür ist bis heute nicht aufgetaucht; die häufigere Reaktion war die, Quines strenge Forderung, sich auf eine so schmale Basis zu stellen, zu negieren – womit man ihm implizite recht gab in der Meinung, daß die Kluft zwischen Extensionalem und Intensionalem unüberbrückbar ist und daß sich modales Reden nicht wahrheitsfähig machen läßt.

Dies ist freilich nur die eine Seite der Medaille, nur die Sicht des Problems, wie sie sich von der wahrheitssemantischen Strategie her ergibt. Man kann die Angelegenheit auch von der anderen Seite, von der Seite her, auf der wir uns eigentlich dauernd aufhalten, betrachten, und da schaut diese Kluft kaum weniger unüberwindlich aus. Denn intensionale Wendungen sind so ubiquitär, unser Reden ist dauernd so modal gefärbt, daß man sich nur wundern kann, wie wir es streckenweise schaffen, unser Reden von solchen Elementen zu befreien und wahrheitsfähig zu machen. Oder etwas deutlicher von der ausdruckssemantischen Strategie her formuliert: In unsere inneren Zustände gehen Propositionen nicht einfach als wahr oder falsch, Sachverhalte nicht einfach als bestehend oder nicht bestehend ein; Propositionen oder Sachverhalte haben dort immer einen modalen Wert, sie sind dort immer Gegenstand einer Einstellung. Wenn nun aber, wie die ausdruckssemantische Strategie sagt, durch Sprache in erster Linie unsere inneren Zustände ausgedrückt werden,[1] so tragen sprachliche Äußerungen zunächst auch diese modale Färbung. Wie Äußerungen oder Sätze diese modale Färbung je verlieren können – wenn sie es tun –, ist dann von daher durchaus rätselhaft.

In jedem Fall ist also zu versuchen, die Kluft zwischen Modalem und Wahrheitsfähigem zu schließen; denn sonst bleibt einem als theoretische Position nur, sich auf eine Seite der Kluft zu stellen und die andere Seite verloren zu geben; und das ist unbefriedigend, welche Seite man auch wählt. Die Frage ist nur, von welcher Seite aus man die Brücke schlagen soll. Hier ist meiner Meinung nach dem Versuch, vom Modalen her Wahrheitsfähigkeit zu erklären, gegenüber dem Versuch, aus dem Wahrheitsfähigen Modalitäten zu konstruieren, der Vorzug zu

[1] Mit „in erster Linie“ ist nicht gemeint, daß unser Hauptinteresse immer dem Ausdruck unserer inneren Zustände gälte, sondern bloß die kaum bestreitbare Tatsache, daß unsere inneren Zustände die unmittelbaren kausalen Vorgänger unserer sprachlichen Äußerungen sind, so daß, was Äußerungen sonst noch zeigen oder bedeuten, immer über die inneren Zustände vermittelt ist.

geben. Denn Quine hat uns gezeigt, daß das Konstruieren vielleicht nicht gerade unmöglich, aber doch auf keine derzeit ersichtliche Weise möglich ist; und dann hat es keinen Zweck, auf dem Konstruieren zu beharren. Es ist auch gar nicht nötig; denn der operationalistische Standpunkt, wonach als Methode der Theoriebildung nur das Konstruieren oder Definieren aus Gegebenem oder Akzeptiertem zugelassen ist, hat sich noch immer als fatal und unannehmbar erwiesen.[1]

Wenn es denn also sowohl zulässig wie ratsam ist und auch im Einklang mit der ausdruckssemantischen Strategie steht, den notwendigen Brückenschlag zwischen Extensionalem und Intensionalem von letzterem her zu versuchen, so gilt es, den Objektivierungsprozeß, in dem die Eliminierung von modalen Elementen besteht, sorgfältig zu beschreiben. Dieser Objektivierungsprozeß schreitet in der Tat an einer sehr breiten Front voran, die aus diversen Teilstücken besteht. Ein einfacherer Aspekt ist z.B. die möglichst weitgehende Eliminierung von indexikalischen Elementen aus unseren Äußerungen, bis man bei zeitlosen Sätzen angelangt ist, die für sich und ohne Bezugnahme auf einen Kontext einen Wahrheitswert haben können.[2] Ein undurchsichtigerer Aspekt ist die Objektivierung von Eigenschaften zu natürlichen Arten, physikalischen Größen oder was da sonst noch in Frage kommen mag.[3] Und ein dritter Aspekt, bestimmt nicht der letzte, ist gerade unser aktuelles Problem, wie sich OKFs wahrheitsfähig machen lassen. Die obige primitive Methode dazu verfing nicht, aber es ist dennoch möglich, und dies sei nun skizziert:

Da ist zunächst festzuhalten, daß das, was wir als zusätzliche und als schwache direkte Ursachen definiert hatten,[4] in keiner Weise objektivierbar ist. Denn wenn A bzgl. κ zusätzliche direkte Ursache für B ist, so heißt das, daß gemäß κ B schon unter $\bar{A}$ (und dem relevanten Z_ω) sicher und eben unter A noch sicherer ist. Doch kann B nicht wahrer als wahr sein; oder weniger salopp ausgedrückt: zusätzliche direkte Ursachen gibt es nur da, wo κ neben 0 noch mindestens zwei andere Werte annimmt. Und das läßt sich nicht wahrheitsfunktional nachvollziehen. Das Gleiche gilt für schwache direkte Ursachen. Demnach lassen sich also allenfalls hinreichende und/oder notwendige Ursachenverhältnisse objektivieren. Und weil

---

[1] Wie Putnam nicht müde wird zu betonen. In Putnam (1975a) wirft er insbesondere Operationalismus gegenüber Intensionalem einer fiktiven Person vor, die er Quine_1 nennt.

[2] Wie es z.B. laut Quine (1957/58), Abschn. III, für die Wissenschaften nötig und charakteristisch ist. Wenn Perry (1979) recht hat, so ist diese Eliminierung in gewissem Sinne nicht vollständig durchführbar.

[3] Vgl. dazu etwa Putnam (1969).

[4] Vgl. die Definitionen 6.3 und 6.5, S. 211 und 212f.

man sich in der Regel halb oder ganz im Rahmen einer objektivistischen Interpretation von Ursachenaussagen bewegte, ist somit auch erklärlich, wieso hinreichende und notwendige Ursachenverhältnisse prominent und schwache und zusätzliche der allgemeinen Aufmerksamkeit entgangen sind.[1]

Der Grundgedanke dafür, Aussagen über hinreichende und/oder notwendige direkte Ursachen wahrheitsfähig zu machen, liegt nun denkbar nahe: Er besteht einfach darin, zunächst jedes solche Ursachenverhältnis durch eine materiale Implikation darzustellen. Wenn etwa A in ω eine hinreichende direkte Ursache für B bzgl. κ ist, so werde das durch den Sachverhalt $H_{\omega,A,B} = \Omega \setminus (A \cap Z_\omega \cap \overline{B})$ repräsentiert – wobei Z_ω wie üblich erklärt sei; und wenn A in ω eine notwendige direkte Ursache für B bzgl. κ ist, so werde das durch den Sachverhalt $N_{\omega,A,B} = \Omega \setminus (\overline{A} \cap Z_\omega \cap B)$ repräsentiert. Jedes $H_{\omega,A,B}$ und jedes $N_{\omega,A,B}$ ist also ein Sachverhalt, der durch einen wahrheitsfähigen Satz beschrieben werden kann; und das gleiche gilt demnach für ihre Konjunktion, d.h. für den Sachverhalt $L = \bigcap_{\omega,A,B} \{H_{\omega,A,B} \mid A$ ist in ω hinreichende direkte Ursache für B bzgl. $\kappa\} \cap \bigcap_{\omega,A,B} \{N_{\omega,A,B} \mid A$ ist in ω notwendige direkte Ursache für B bzgl. $\kappa\}$. L ließe sich dann als *das Naturgesetz* bezeichnen, welches gemäß κ im betrachteten Prozeßraum gilt.

Kann man nun in irgendeinem Sinne behaupten, daß κ durch L repräsentiert wird? Nicht unbedingt. Entscheidend dafür ist, daß sich aus L die durch κ gegebene Kausalstruktur rekonstruieren läßt; und das ist nicht ohne weiteres möglich. Denn erstens sieht man etwa dem Sachverhalt $H_{\omega,A,B}$ nur an, was darin die Wirkung sein soll – weil B der zeitlich späteste Teil von $H_{\omega,A,B}$ ist –, aber nicht, von welcher Ursache in ihm die Rede ist – es könnte ebensogut ein Teil von Z_ω die betrachtete Ursache sein und A zu den obwaltenden Umständen gehören.[2] Und zweitens ist dem großen Durchschnitt L nicht mehr zu entnehmen, welche Sachverhalte in ihm konjunktiv zusammengefaßt wurden. Unter gewissen Voraussetzungen ist die Rekonstruktion der durch κ gegebenen Kausalstruktur aus L aber

---

[1] Damit wird auch besser verständlich, wieso kausale Überbestimmtheiten, wie sie im Fall 6, S. 72ff., geschildert wurden, Kummer machen. Denn wenn ein Sachverhalt C durch zwei andere kausal überbestimmt ist, so ist es erst einmal völlig unproblematisch zu sagen, daß jeder der beiden Sachverhalte in Gegenwart des anderen eine zusätzliche Ursache für C ist. Die Schwierigkeiten tauchen erst dann auf, wenn man sich, objektivierend eingestellt, das Reden von zusätzlichen Ursachen versagt.

[2] Man lasse sich nicht davon verwirren, daß unsere Bezeichnung „$H_{\omega,A,B}$ von „$H_{\omega,A,B}$ sehr wohl klarstellt, was da Ursache und Wirkung sein soll.

dennoch möglich. Zwei diesen beiden Schwierigkeiten entsprechende Schritte sind dazu nötig:

Im ersten Schritt empfiehlt es sich, nur eine bestimmte Wirkung B und all die B betreffenden direkten Ursachenaussagen zu betrachten. Definieren wir dazu $L_B = \bigcap_{\omega,A} \{H_{\omega,A,B} \mid A$ ist in ω hinreichende direkte Ursache für B bzgl. $\kappa\} \cap \bigcap_{\omega,A} \{N_{\omega,A,B} \mid A$ ist in ω notwendige direkte Ursache für B bzgl. $\kappa\}$.[1] Unter gewissen Voraussetzungen – deren präzise Beschreibung natürlich noch zu liefern wäre, aber keinerlei prinzipielle Schwierigkeiten aufwirft - ergibt sich dann für L_B die folgende logische Form, die schon von Mackie in (1965) und, ausführlicher noch, in (1974), Kap. 3, untersucht worden ist: nämlich daß es ein $A \in \mathfrak{A}$ gibt, so daß $L_B = \{\omega \in \Omega \mid \omega \in A$ gdw. $\omega \in B\}$, wobei für die irreduzible adjunktive Normalform $(A_{11} \cap \ldots \cap A_{1n_1}) \cup \ldots \cup (A_{m1} \cap \ldots \cap A_{mn_m})$ von A[2] gilt, daß gerade die $A_{r1}, \ldots, A_{rn_r}$ in allen $\omega \in A_{r1} \cap \ldots \cap A_{rn_r} \cap B$ die direkten Ursachen für B bzgl. κ sind ($r = 1, \ldots, m$). Wenn L_B von dieser Form ist, so läßt sich also für jedes $\omega \in L_B \cap B$ – andere mögliche Verläufe sind nicht interessant – aus L_B vollständig rekonstruieren, welche direkten Ursachen B in ω gemäß κ hat. Dies löst unsere erste Schwierigkeit.[3]

Wenn wir nun im zweiten Schritt alle L_B zu L zusammenfassen wollen – es gilt ja $L = \bigcap_B L_B$ – so müssen wir darauf achten, daß die im ersten Schritt erzielten Erfolge nicht wieder verloren gehen. Das Hauptproblem ist dabei dies: Sei $L_B = \{\omega \in \Omega \mid \omega \in A$ gdw. $\omega \in B\}$ von der oben beschriebenen Form; die irreduzible adjunktive Normalform von A spezifiziert also gerade alle möglichen direkten Ursachen von B gemäß κ. Sei weiter D eine dieser möglichen direkten Ursachen von B. Mit D ist wiederum ein L_D assoziiert, welches von der Form $\{\omega \in \Omega \mid \omega \in$

---

[1] L_B ist also nicht, wie die Bezeichnung vielleicht suggeriert, ein allgemeiner oder gesetzesartiger Sachverhalt.

[2] Die irreduzible adjunktive Normalform von A ist in der folgenden Weise charakterisiert - wobei für $r = 1, \ldots, m$ $A_r = A_{r1} \cap \ldots \cap A_{rn_r}$ sei: es gilt $A_1 \cup \ldots \cup A_m = A$; die $A_1, \ldots, A_m$ sind paarweise disjunkt, d.h. für $r \neq s$ ist $A_r \cap A_s = \emptyset$; für jedes $r = 1, \ldots, m$ und jedes $s = 1, \ldots, n_r$ gibt es ein $i \in I$, so daß $A_{rs} \in \mathfrak{A}_i$, und für jedes $r = 1, \ldots, m$ und jedes $s = 1, \ldots, n_r$ gilt *nicht* $\bigcap\{A_{rp} \mid p = 1, \ldots, n_r$ und $p \neq s\} \subseteq A$, d.h. jede Konjunktion A_r ist in dem Sinne minimal, daß jede Verkürzung von ihr nicht mehr Teilmenge von A ist. Die irreduzible adjunktive Normalform eines A ist immer eindeutig bestimmt, so daß die Verwendung des bestimmten Artikels berechtigt ist. Vgl. dazu Stegmüller (1983), S. 915f.

[3] Ich bin mir nicht sicher, ob L_B zur Durchführung dieses Schrittes genau diese Form haben muß; wenn es andere Formen auch tun, so sind das aber sicherlich nur leichte Variationen der genannten Form.

C gdw. $\omega \in D\}$ sei. Wir können nun in $A\ D$ durch C ersetzen – das Ergebnis davon sei A' - und schließlich den Sachverhalt $L'_B = \{\omega \in \Omega \mid \omega \in A'$ gdw. $\omega \in B\}$ bilden. L'_B unterscheidet sich also von L_B dadurch, daß in der irreduziblen adjunktiven Normalform von A' teils direkte, teils aber über D vermittelte indirekte Ursachen von B auftauchen.[1] Wie läßt sich dann aus der großen Konjunktion L entnehmen, daß es L_B und nicht L'_B ist, welches konjunktiv in L eingegangen ist, daß es also L_B und nicht L'_B ist, welches die direkten Ursachen von B angibt? Das allgemeine Problem, das hier an der Ersetzung von D durch C in A demonstriert wurde, ist also: wie lassen sich in L direkte und indirekte Ursachenverhältnisse unterscheiden?[2]

Unter Bezugnahme auf κ oder auf die einzelnen L_B ließe sich diese Frage sofort beantworten; aber diese Bezugnahme wollen wir ja im Zuge unserer Objektivierungsaktion gerade vermeiden. Gesucht ist also ein objektives Kriterium für diese Unterscheidung. Ich sehe hier nur die Möglichkeit, auf die Kontiguität von direkter Ursache und Wirkung zurückzugreifen: Wenn für das gerade diskutierte B gilt, daß die gemäß L_B möglichen direkten Ursachen von B dem B zeitlich *unmittelbar* vorausgehen, dann gibt es einen objektiven Unterschied zwischen L_B und L'_B; denn nicht alles, was gemäß L'_B direkte Ursache von B wäre, ginge dem B zeitlich unmittelbar voraus. Und wenn dies für alle B gilt, so gibt es also eine objektive, nur auf die zeitlichen Verhältnisse sich beziehende Möglichkeit, aus L für jedes B das damit assoziierte L_B zu rekonstruieren. Dieser zweite Objektivierungsschritt für OKFs ist aber, genauso wie der erste, nicht allgemein durchführbar; er läßt sich nur für OKFs vollziehen, die der genannten Kontiguitätsbedingung genügen.

Es ist überdeutlich, daß dieser so skizzierte Objektivierungsprozeß formal genauestens auszuarbeiten ist. Aber es dürfte doch plausibel geworden sein, daß es eine zufriedenstellende Möglichkeit gibt, OKFs wahrheitsfähig zu machen und so unseren Kurs, der zu Beginn des Abschnitts 5.2 ganz ins Subjektivistische abdriftete, in der gewünschten Weise zu korrigieren.

Sind nun durch einen solchen Objektivierungsprozeß alle subjektiven Elemente ausgetrieben? Nein; *die wahre* OKF gibt es nach wie vor nicht, und es sind nach wie vor *unsere* epistemischen Zustände, für deren Charakterisierung die OKFs

---

[1] Daß die direkten Ursachen von D auch Ursachen von B sind, sei in diesem Fall vorausgesetzt.

[2] Unter anderem an diesem Problem war ja das auf S. 246f. diskutierte κ^L gescheitert, indem es alle intuitiv indirekten Ursachen zu direkten machte.

gedacht sind: Wir haben den Drang, mit einer objektivierbaren OKF epistemisch zu operieren. Wenn uns das gelingt, so läßt sich sagen, daß der unserer OKF gemäß obiger Skizze entsprechende allgemeine Sachverhalt *L* das Naturgesetz ist, von dessen Gelten wir überzeugt sind. Dieses Naturgesetz ist etwas Wahrheitsfähiges, und natürlich werden wir daran interessiert sein und genau überprüfen, ob das Naturgesetz, das wir glauben, auch wahr ist; und falls die Überprüfung negativ ausfällt, werden wir nach einer besseren objektivierbaren OKF und einem besseren Naturgesetz trachten. Was dabei auf uns Subjekte relativiert bleibt, ist der Begriff des Naturgesetzes. Zwar ist jedes von uns möglicherweise geglaubte Naturgesetz ein objektiv bestehender oder nicht bestehender allgemeiner Sachverhalt. Aber *daß* ein allgemeiner Sachverhalt ein Naturgesetz ist, ist nicht objektiv; er wird es nur durch die besondere Rolle, die er in unserem Bild von der Welt spielt, nur dadurch, daß er das objektive Substrat einer objektivierbaren OKF von uns ist. Dies ist nun freilich ein klassischer Standpunkt; in dieser Hinsicht hat diese Arbeit Hume nichts hinzuzufügen.

Eine letzte Bemerkung noch: So weit habe ich die Objektivierungsproblematik nur innerhalb des deterministischen Rahmens andiskutiert. Das ist jedoch eine gerade für mich unzulässige Prozedur, nachdem ich keine Gelegenheit ausgelassen habe, die enge Parallele zwischen dem deterministischen und dem probabilistischen Rahmen zu betonen. Die Diskussion wäre also entsprechend zu erweitern. Dabei könnte diese Parallele in beiden Richtungen fruchtbar sein. Einerseits wäre auszuprobieren, inwieweit sich die Gedanken, die innerhalb des letztlich einfacheren deterministischen Rahmens angemessen erscheinen, auf den probabilistischen Rahmen übertragen lassen.[1] Und nachdem man sich über objektivistische und subjektivistische Interpretationen des Wahrscheinlichkeitsbegriffs schon viel gründlicher den Kopf zerbrochen hat als über epistemische und realistische Interpretationen der Konditionallogik, ist umgekehrt zu überprüfen, ob man daraus für den deterministischen Rahmen profitieren kann. Beides sei hier zukünftiger Arbeit überlassen.

[1] Das Ergebnis hiervon wäre, scheint mir, mit Lewis (1980) verwandt, der freilich in dieser parallele denkt.

LITERATURVERZEICHNIS

Adams, E.W. (1965), „On the Logic of Conditionals“, *Inquiry* 8, 166–197

Adams, E.W. (1970), „Subjunctive and Indicative Conditionals“, *Foundations of Language* 6, 89–94

Adams, E.W. (1975), *The Logic of Conditionals,* Dordrecht

Anderson, J. (1938), „The Problem of Causality“, *Australasian Journal of Philosophy 2,* 127–142

Anscombe, G.E.M. (1969), „Causality and Extensionality“, *Journal of Philosophy* 66, 152–159

Anscombe, G.E.M. (1975), „Causality and Determination“, in: Sosa (1975), S. 63–81

Aronson, J.L. (1970/71), „On the Grammar of ‚Cause‘“, *Synthese* 22, 414–430

Barwise, J., J. Perry (1981a), „Situations and Attitudes“, *Journal of Philosophy* 78, 668–691

Barwise, J., J. Perry (1981b), „Semantic Innocence and Uncompromising Situations“, in: P.A. French, T.E. Uehling, H.K. Wettstein (eds.), *Midwest Studies in Philosophy*, Vol. VI, Minneapolis 1981, S. 387–403

Bauer, H. (1968), *Wahrscheinlichkeitstheorie und Grundzüge der Maßtheorie*, Berlin

Beauchamp, T.L., A. Rosenberg (1981), *Hume and the Problem of Causation,* New York, Oxford

Beckermann, A. (Hrsg.) (1977), *Analytische Handlungstheorie,* Band 2, *Handlungserklärungen,* Frankfurt a. M.

Bennett, J. (1976), *Linguistic Behaviour,* Cambridge

Braithwaite, R.B. (1959), *Scientific Explanation,* Cambridge

Broad, C.D. (1925), *The Mind and Its Place in Nature,* London

Brodbeck, M. (ed.) (1968), *Readings in the Philosophy of the Social Sciences,* New York, London

Brunner, K., A.H. Meltzer (eds.) (1979), *Three Aspects of Policy and Policymaking: Knowledge*, *Data and Institutions,* Amsterdam

Burge, T. (1977), „Belief *de re*“, *Journal of Philosophy* 74, 338–362

Burks, A.W. (1951), „The Logic of Causal Propositions“, *Mind* 60, 363–382

Carnap, R. (1936/37), „Testability and Meaning“, *Philosophy of Science* 3 und 4; auch erschienen: New Haven 1954

Carnap, R. (1956), *Meaning and Necessity,* Chicago

Carnap, R. (1966), *Philosophical Foundations of Physics,* New York

Carnap, R. (1971), „A Basic System of Inductive Logic, Part I", in: R. Carnap, R.C. Jeffrey (eds.), *Studies in Inductive Logic and Probability,* vol. I, Berkeley 1971, S. 33-165

Carnap, R. (1980), „A Basic System of Inductive Logic, Part II", in: R.C. Jeffrey (ed.), *Studies in Inductive Logic and Probability*, vol. II, Berkeley 1980, S. 7–155

Chisholm, R. (1946), „The Contrary-to-fact Conditional", *Mind* 55, 289–307

Church, A. (1943), „Carnap's Introduction to Semantics", *Philosophical Review* 52, 298–304

Church, A. (1956), „Propositions and Sentences", in: I.M. Boche_ski, A. Church, N. Goodman (eds.), *The Problem of Universals,* Notre Dame 1956, S. 3–11

Collingwood, R.G. (1940), *An Essay on Metaphysics*, Oxford

Császár, A. (1955), „Sur la Structure des Espaces de Probabilité Conditionelle", *Acta Mathematica Academiae Scientiarum Hungaricae* 6, 337–361

Davidson, D. (1967), „Truth and Meaning", *Synthese* 17, 304–323

Davidson, D. (1967a), „The Logical Form of Action Sentences", in: N. Rescher (ed.), *The Logic of Decision and Action,* Pittsburgh 1967, S. 81–95

Davidson, D. (1967b), „Causal Relations", *Journal of Philosophy* 64, 691–703

Davidson, D. (1969), „The Individuation of Events", in: Rescher et al. (1969), S. 216–234

Dawid, A.P. (1980), „Conditional Independence for Statistical Operations", *Annals of Statistics* 8, 598–617

Dennett, D.C. (1982), „Beyond Belief", in: Woodfield (1982), S. 1–95

Domotor, Z. (1980), „Probability Kinematics and Representation of Belief Change", *Philosophy of Science* 47, 384–403

Domotor, Z., M. Zanotti, H. Graves (1980), „Probability Kinematics", *Synthese* 44, 421–442

Donnellan, K.S. (1966), „Reference and Definite Descriptions", *Philosophical Review* 75, 281-304

Dummett, M. (1973), *Frege. Philosophy of Language,* London

Ellis, B. (1978), „A Unified Theory of Conditionals", *Journal of Philosophical Logic* 7, 107–124

Ellis, B. (1979), *Rational Belief Systems,* Oxford

Evans, G. (1979), „Reference and Contingency", *Monist* 62, 161–189

Feigl, H. (1953), „Notes on Causality", in: H. Feigl, M. Brodbeck (eds.), *Readings in the Philosophy of Science,* New York 1953, S. 408–418

Field, H. (1978), „A Note on Jeffrey Conditionalization“, *Philosophy of Science* 45, 361–367

de Finetti, B. (1937), „Foresight: Its Logical Laws, Its Subjective Sources“, in: H.E. Kyburg jr., H.E. Smokler (eds.), *Studies in Subjective Probability,* New York 1964, S. 93–158; franz. Original in: *Annales de l'Institut Henri Poincaré* 7 (1937)

Føllesdal, D. (1965), „Quantification into Causal Contexts“, in: R.S. Cohen, M. Wartofsky (eds.), *Boston Studies in the Philosophy of Science,* vol. 2, Cambridge, Mass., 1965, S. 263–274

Føllesdal, D. (1983), „Situation Semantics and the ‚Sling-shot' Argument“, *Erkenntnis* 19, 91–98

van Fraassen, B.C. (1970), *An Introduction to the Philosophy of Time and Space,* New York

van Fraassen, B.C. (1976), „Representation of Conditional Probabilities“, *Journal of Philosophical Logic* 5, 417–430

van Fraassen, B.C. (1980), „Rational Belief and Probability Kinematics“, *Philosophy of Science* 47, 165–187

Franzén, N.-O. (1961), *Agaton Sax, der Meisterdetektiv,* Wien

Frege, G. (1892), „Über Sinn und Bedeutung“, *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik* N.F. 100, 25–50; auch in: G. Frege, *Funktion, Begriff, Bedeutung. Fünf logische Studien* (hrsg. von G. Patzig), Göttingen 1966, S. 40–65

French, P.A., T.E. Uehling, H.K. Wettstein (eds.) (1979a), *Contemporary Aspects in the Philosophy of Language,* Minneapolis

French, P.A., T.E. Uehling, H.K. Wettstein (eds.) (1979b), *Midwest Studies in Philosophy,* vol. IV, *Studies in Metaphysics,* Minneapolis

Gärdenfors, P. (1979), „Conditionals and Changes of Belief“, *Acta Philosophica Fennica* 30, 381–404

Gärdenfors, P. (1981), „An Epistemic Approach to Conditionals“, *American Philosophical Quarterly* 18, 203–211

Gasking, D. (1955), „Causation and Recipes“, *Mind* 64, 479–487

Good, I.J. (1960-62), „A Causal Calculus“, Teile I und II, *British Journal for the Philosophy of Science* 11 (1960/61) 305–318 und 12 (1961/62) 43–51

Goodman, N. (1947), „The Problem of Counterfactual Conditionals“, *Journal of Philosophy* 44, 113–128; auch in: Goodman (1965), S. 1–27

Goodman, N. (1961), „About“, *Mind* 70, 1–24

Goodman, N. (1965), *Fact, Fiction, and Forecast,* Indianapolis

Granger, C.W.J. (1980), „Testing for Causality: A Personal Viewpoint“, *Journal of Economic Dynamics and Control 2,* 329–352

Harper, W.L. (1976), „Rational Belief Change, Popper Functions and Counterfactuals“, in: W.L. Harper, C.A. Hooker (eds.), *Foundations of Probability Theory, Statistical Inference, and Statistical Theories of Science,* vol. I, Dordrecht (1976), S. 73–115

Harper, W.L. (1980), „A Sketch of Some Recent Developments in the Theory of Conditionals“, in: Harper, Stalnaker, Pearce (1980), S. 3–38

Harper, W.L., R. Stalnaker, G. Pearce (eds.) (1980), *Ifs,* Dordrecht

Hart, H.L.A., A.M. Honore (1959), *Causation and the Law,* Oxford

Hempel, C.G. (1965), *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science,* New York

Hesse, M.B. (1962), *Forces and Fields,* New York

Hewitt, E., K. Stromberg (1969), *Real and Abstract Analysis,* Berlin

Hintikka, J. (1962), *Knowledge and Belief,* Ithaca

Hughes, G.E., M.J. Cresswell (1968), *An Introduction to Modal Logic,* London

Hume, D. (1739), *A Treatise of Human Nature,* Book I; die Verweise beziehen sich auf: *Ein Traktat über die menschliche Natur,* Buch I (übers. von Th. Lipps), Hamburg 1904

Hume, D. (1777), *An Enquiry Concerning Human Understanding*; die Verweise beziehen sich auf: *Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand* (hrsg. von R. Richter), Hamburg 1973

Hummell, H.J., R. Ziegler (Hrsg.) (1976), *Korrelation und Kausalität,* Band 1, Stuttgart

Jeffrey, R.C. (1965), *The Logic of Decision,* New York, 2. Aufl. 1983

Jeffrey, R.C. (1969), „Statistical Explanation vs. Statistical Inference“, in: Rescher et al. (1969), S. 104–113

Kant, I. (1781), *Kritik der reinen Vernunft*

Kaplan, D. (1969), „Quantifying In“, in: D. Davidson, J. Hintikka (eds.), *Words and Objections,* Dordrecht 1969, S. 206–242

Kaplan, D. (1978), „Dthat“, in: P. Cole (ed.), *Syntax and Semantics*, vol. 9, *Pragmatics*, New York 1978, S. 221–243

Kim, J. (1971), „Causes and Events: Mackie on Causation“, *Journal of Philosophy* 68, 426–441; auch in Sosa (1975), S. 48–62

Kim, J. (1978), „Supervenience and Nomological Incommensurables“, *American Philosophical Quarterly* 15, 149–156

Kim, J. (1979), „Causality, Identity, and Supervenience in the Mind-Body Problem“, in: French, Uehling, Wettstein (1979b), S. 31–49

Klaua, D. (1969), *Allgemeine Mengenlehre,* Band II, Berlin

Krantz, D.H., R.D. Luce, P. Suppes, A. Tversky (1971), *Foundations of Measurement,* vol. I, New York

Kratzer, A. (1981), „Partition and Revision: The Semantics of Counterfactuals“, *Journal of Philosophical Logic* 10, 201–216

Kripke, S.A. (1972, 1980), „Naming and Necessity“, in: D. Davidson, J. Hintikka (eds.), *Semantics of Natural Language*, Dordrecht 1972, S. 253–355; auch als Buch: Cambridge, Mass., 1980

von Kutschera, F. (1976), *Einführung in die intensionale Semantik,* Berlin

Lewis, D. (1972), „General Semantics“, in: D. Davidson, J. Hintikka (eds.), *Semantics of Natural Language,* Dordrecht 1972, S. 169–218

Lewis, D. (1973a), *Counterfactuals,* Oxford

Lewis, D. (1973b), „Causation“, *Journal of Philosophy* 70, 556–567; auch in: Sosa (1975), S.180–191

Lewis, D. (1976), „The Paradoxes of Time Travel“, *American Philosophical Quarterly* 13, 145–152

Lewis, D. (1979a), „Counterfactual Dependence and Time's Arrow“, *Noûs* 13, 455–476

Lewis, D. (1979b), „Attitudes de dicto and de se“, *Philosophical Review* 88, 513–543

Lewis, D. (1980), „A Subjectivist’s Guide to Objective Chance“, in: R.C. Jeffrey (ed.), *Studies in Inductive Logic and Probability*, vol. II, Berkeley 1980, S. 263–293; auch in: Harper, Stalnaker, Pearce (1980), S. 267–297

Lewis, D. (1981), „Ordering Semantics and Premise Semantics for Counterfactuals“, *Journal of Philosophical Logic* 10, 217–234

Loar, B. (1981), *Mind and Meaning*, Cambridge

Loeb, L.E. (1974), „Causal Theories and Causal Overdetermination“, *Journal of Philosophy* 71, 525–544

Loeb, P.A. (1979), „An Introduction to Nonstandard Analysis and Hyperfinite Probability Theory“, in: A.T. Bharucha-Reid (ed.), *Probabilistic Analysis and Related Topics*, vol. 2, New York 1979, S. 105–142

Lombard, L.B. (1979), „The Extensionality of Causal Contexts: Comments on Rosenberg and Martin“, in: French, Uehling, Wettstein (1979b), S. 409–415

Mackie, J.L. (1962), „Counterfactuals and Causal Laws“, in: R.J. Butler (ed.), *Analytical Philosophy*, Oxford 1962, S. 66–80

Mackie, J.L. (1965), „Causes and Conditions“, *American Philosophical Quarterly* 2, 245–264; gekürzt auch in: Sosa (1975), S. 15–38

Mackie, J.L. (1973), *Truth, Probability and Paradox,* Oxford

Mackie, J.L. (1974), *The Cement of the Universe,* Oxford

Martin, R.M. (1981), „On the Language of Causal Talk: Scriven and Suppes“, *Theory and Decision* 13, 331–344

May, S., W.L. Harper (1976), „Toward an Optimization Procedure for Applying Minimum Change Principles in Probability Kinematics“, in: W.L. Harper, CA. Hooker (eds.), *Foundations of Probability Theory, Statistical Inference, and Statistical Theories of Science,* vol. I, Dordrecht 19 76, S. 137–166

Mehlberg, H. (1980), *Time, Causality, and the Quantum Theory,* vol. I and II, Dordrecht

Mesarovic, M.D., Y. Takahara (1975), *General Systems Theory: Mathematical Foundations,* New York

Mill, J.St. (1843), *A System of Logic*

Montague, R. (1974), *Formal Philosophy,* New Haven

Nagel, E. (1961), *The Structure of Science*, New York

Nute, D. (1980), *Topics in Conditional Logic,* Dordrecht

Otte, R. (1981), A Critique of Suppes' Theory of Probabilistic Causality“, *Synthese* 48, 167–189

Pap, A. (1955), *Analytische Erkenntnistheorie,* Wien

Perry, J. (1979), „The Problem of the Essential Indexical“, *Noûs* 13, 3–21

Platts, M. (1979), *Ways of Meaning,* London

Pollock, J.L. (1976), *Subjunctive Reasoning*, Dordrecht

Pollock, J.L. (1981), „A Refined Theory of Counterfactuals“, *Journal of Philosophical Logic* 10, 239–266

Popper, K.R. (1969), *Logik der Forschung,* Tübingen, 3. Aufl.

Popper, K.R. (1972), *Objective Knowledge,* Oxford

Putnam, H. (1962), „It Ain't Necessarily So“, *Journal of Philosophy* 59; auch in: Putnam (1975b), Vol. 1, Kap. 15

Putnam, H. (1969), „On Properties“, in: Rescher et al. (1969), S. 235–254; auch in: Putnam (1975b), Vol. 1, Kap. 19

Putnam, H. (1975), „The Meaning of ‚Meaning'“, in: K. Gunderson (ed.), *Language, Mind and Knowledge. Minnesota Studies in the Philosophy of Science,* vol. VII, Minneapolis 1975; auch in: Putnam (1975b), Vol. 2, Kap. 12

Putnam, H. (1975a), „The Refutation of Conventionalism“, in: M. Munitz (ed.), *Semantics and Meaning,* New York 1975; auch in: Putnam (1975b), Vol. 2, Kap. 9

Putnam, H. (1975b), *Philosophical Papers*. Vol. 1, *Mathematics, Matter and Method*. Vol. 2, *Mind, Language and Reality,* Cambridge

Putnam, H. (1978), *Meaning and the Moral Sciences,* London

Putnam, H. (1980), „Models and Reality“, *Journal of Symbolic Logic* 45, 464–482; auch in: Putnam (1983), Kap.1

Putnam, H. (1981), *Reason, Truth and History,* Cambridge

Putnam, H. (1983), *Philosophical Papers,* vol. 3, *Realism and Reason,* Cambridge

Quine, W.V.O. (1951), „Two Dogmas of Empiricism“, *Philosophical Review* 60, 20–43

Quine, W.V.O. (1953), „Three Grades of Modal Involvement“, in: *Proceedings of the XIth International Congress of Philosophy,* vol. 14, Brüssel 1953; auch in: Quine (1976), Kap. 15

Quine, W.V.O. (1956), „Quantifiers and Propositional Attitudes“, *Journal of Philosophy* 53, 177–187; auch in: Quine (1976), Kap. 17

Quine, W.V.O. (1957/58), „The Scope and Language of Science“, *British Journal for the Philosophy of Science* 8, 1–17; auch in: Quine (1976), Kap. 22

Quine, W.V.O. (1960), *Word and Object,* Cambridge, Mass.

Quine, W.V.O. (1969), *Ontological Relativity and Other Essays*, New York

Quine, W.V.O. (1973), *The Roots of Reference,* La Salle, Ill.

Quine, W.V.O. (1976), *The Ways of Paradox and Other Essays,* Cambridge, Mass., 2. erw. Ausgabe

Reichenbach, H. (1951), *The Rise of Scientific Philosophy,* Berkeley; die Verweise beziehen sich auf die deutsche Übers.: *Der Aufstieg der wissenschaftlichen Philosophie*, Braunschweig 1968

Reichenbach, H. (1956), *The Direction of Time,* Berkeley

Reichenbach, H. (1958), *The Philosophy of Space and Time,* New York

Reid, Th. (1785), *Essays on the Intellectual Powers of Man*

Reid, Th. (1788), *Essays on the Active Powers of the Human Mind*

Rényi, A. (1955), „On a New Axiomatic Theory of Probability“, *Acta Mathematica Academiae Scientiarum Hungaricae* 6, 285–335

Rescher, N. (1964), *Hypothetical Reasoning,* Amsterdam

Rescher, N. (1975), *A Theory of Possibility,* Oxford

Rescher, N., et al. (eds.) (1969), *Essays in Honor of Carl G. Hempel,* Dordrecht

Richter, H., (1972), „Eine einfache Axiomatik der subjektiven Wahrscheinlichkeit“, in: *Symposia Mathematica,* vol. IX, London 1972, S. 59–77

Rosenberg, A. (1973), „Causation and Recipes: The Mixture as Before?“, *Philosophical Studies* 24, 378–385

Rosenberg, A., R.M. Martin (1979), „The Extensionality of Causal Contexts“, in: French, Uehling, Wettstein (1979b), S. 401–408

Russell, B. (1912/13), „On the Notion of Cause“, *Proceedings of the Aristotelian Society* 13, 1–26; die Verweise beziehen sich auf den Abdruck in: B. Russell, *Mysticism and Logic,* London 1963, S. 132–151

Russell, B. (1921), *The Analysis of Mind,* London

Salmon, W.C. (1966), *The Foundations of Scientific Inference,* Pittsburgh

Salmon, W.C. (1971), „Statistical Explanation“, in: W.C. Salmon (ed.), *Statistical Explanation and Statistical Relevance,* Pittsburgh 1971, S. 29–87

Salmon, W.C. (1981), „Probabilistic Causality“, *Pacific Philosophical Quarterly* 61, 50–74

Schiffer, S.R. (1972), *Meaning*, Oxford

Schilpp, P.A. (ed.) (1974), *The Philosophy of Karl Popper,* La Salle, Ill.

Schlick, M. (1925), *Allgemeine Erkenntnislehre*, Berlin

Schopenhauer, A. (1847), *Über die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde*

Scriven, M. (1959), „Explanation and Prediction in Evolutionary Theory“, *Science* 130, 477–482

Scriven, M. (196 3/64), Review of E. Nagel's „The Structure of Science“, *Review of Metaphysics* 18, 403–424

Scriven, M. (1966), „Causes, Connections and Conditions in History“, in: W. Dray (ed.), *Philosophical Analysis and History,* New York 1966, S. 238–264

Sikorski, R. (1969), *Boolean Algebras,* Berlin

Simon, H.A. (1957), *Models of Man,* New York

Simpson, E.H. (1951), „The Interpretation of Interaction in Contingency Tables“, *Journal of the Royal Statistical Society,* Ser. B, 13, S. 238–241

Sklar, L. (1976), *Space, Time, and Spacetime,* Berkeley

Sosa, E. (1970), „Propositional Attitudes de dicto and de re“, *Journal of Philosophy* 67

Sosa, E. (ed.) (1975), *Causation and Conditionals,* Oxford

Spohn, W. (1978), *Grundlagen der Entscheidungstheorie,* Kronberg/Ts.

Spohn, W. (1980), „Stochastic Independence, Causal Independence, and Shieldability“, *Journal of Philosophical Logic* 9, 73–99

Spohn, W. (1983), „Probabilistic Causality: From Hume via Suppes to Granger“, in: M.C. Galavotti, G. Gambetta (Hrsg.), *Causalità e Modelli Probabilistici,* Bologna 1983, S. 69–87

Stalnaker, R.C. (1968), „A Theory of Conditionals“, in: N. Rescher (ed.), *Studies in Logical Theory,* Oxford 1968; auch in Sosa (1975), S. 165–179, und in Harper, Stalnaker, Pearce (1980), S. 41–55

Stalnaker, R.C. (1970), „Probability and Conditionality“, *Philosophy of Science* 37, 64–80

Stalnaker, R.C., R.H. Thomason (1970), „A Semantic Analysis of Conditional Logic“, *Theoria* 36, 23–42

Stegmüller, W. (1970), *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*, Band II, *Theorie und Erfahrung,* 1. Halbband, Berlin

Stegmüller, W. (1973), *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*, Band IV, *Personelle und Statistische Wahrscheinlichkeit*, Berlin

Stegmüller, W. (1983), *Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie*, Band I, *Erklärung – Begründung – Kausalität*, Berlin, 2. Auflage

Suppes, P. (1970), *A Probabilistic Theory of Causality,* Amsterdam

Suppes, P. (1981), „Scientific Causal Talk: A Reply to Martin“, *Theory and Decision* 13, 363–379

Taylor, R. (1966), *Action and Purpose,* Englewood Cliffs

Teller, P. (1976), „Conditionalization, Observation, and Change of Preference“, in: W.L. Harper, C.A. Hooker (eds.), *Foundations of Probability Theory, Statistical Inference, and Statistical Theories of Science,* vol. I, Dordrecht 1976, S. 205–259

Vendler, Z. (1967), „Causal Relations“, *Journal of Philosophy* 64, 704–713

Vollmer, G. (1981), „Ein neuer dogmatischer Schlummer? Kausalität trotz Hume und Kant“, in: G. Funke (Hrsg.), *Akten des Fünften Internationalen Kant-Kongresses in Mainz 1981,* Band 1, 2, Bonn 1981, S. 1125–1138

Watanabe, S. (1969), *Knowing and Guessing,* New York

Wold, H.O.A. (ed.) (1964), *Model Building in the Human Sciences,* Monaco

Woodfield, A. (ed.) (1982), *Thought and Object,* Oxford

von Wright, G.H. (1971), *Explanation and Understanding,* Ithaca

von Wright, G.H. (1974), *Causality and Determinism,* New York