

## SPEZIELLE FORMEN VON KAUSALZUSAMMENHÄNGEN UND EREIGNISIDENTITÄT

### 1 EINFÜHRUNG

Dieses Kapitel dient der Abrundung und Vervollständigung der bisherigen kausaltheoretischen Darstellungen. Im Verlauf der vorangegangenen Kapitel sind gewisse Themen bloss angeschnitten und eine eingehende Behandlung auf später verschoben worden. Der Moment, diese Themen wieder aufzugreifen, ist jetzt gekommen.

Neben den nun schon mehrmals – namentlich im Kontext der INUS-Bedingungen – ausführlich erörterten Epiphänomenen existieren noch einige andere Typen von kausalen Zusammenhängen, die je nach Kausaltheorie, die zugrunde gelegt wird, nicht ganz ohne weiteres einer korrekten kausalen Analyse zugeführt werden können. Kritiker der verschiedenen Definitionsvorschläge für kausale Relevanz haben denn auch immer wieder Gebrauch von jenen typischen Verknüpfungsformen von Ursachen und Wirkungen gemacht, um sie als Gegenbeispiele gegen die von ihnen angefochtenen kausaltheoretischen Ansätze ins Feld zu führen. Einige dieser Gegenbeispiele sind mittlerweile Standardeinwände gegen bestimmte Theorien der Kausalität geworden.

Bevor wir uns in den kommenden Kapiteln den Techniken kausalen Schliessens zuwenden werden, sollen deshalb in diesem letzten im eigentlichen Sinn kausaltheoretischen Kapitel die wichtigsten jener typischerweise problematischen Kausalstrukturen gesondert und im Detail besprochen werden. Nachdem Epiphänomene bereits eingehend behandelt worden sind, werden wir uns hier auf Fälle so genannter *Überdetermination*, auf *Kausalketten* sowie *leere Regularitäten* konzentrieren. Einige der prominentesten Kausalitätstheorien haben ernsthafte Probleme bei der korrekten Beschreibung und Analyse dieser kausalen Verknüpfungsformen.

Ein zweites Thema, das am Ende dieses Kapitels wieder aufgegriffen und vertieft werden soll, ist die Ereignisindividuation. In Kapitel II haben wir Ereignistypen als die primären Relata der Kausalrelation ausgewiesen und erste Ansätze zur Individuierung von deren Instanzen, den singulären Ereignissen, skizziert. Mangels der nötigen theoretischen Grundlagen konnte unser Identitätskriterium für Ereignisse in Kapitel II jedoch nur in umgangssprachlicher Form angedeutet werden. Das vorliegende Kapitel wird jene Andeutungen konkretisieren.

## 2 ÜBERDETERMINATION, KAUSALKETTEN UND LEERE REGULARITÄTEN

### 2.1 ÜBERDETERMINATION

Das Auftreten einer Wirkung ist bisweilen nicht nur auf eine Ursache zurückzuführen. Es kommt vor, dass sich alternative Ursachen einer Wirkung gleichzeitig ereignen und damit letztere *überdeterminieren*. Sei z.B. ein Zimmer mit zwei Schaltern für die von der Decke hängende Glühbirne ausgestattet. Das Drücken auf einen der Schalter sei hinreichend fürs Angehen des Lichtes. Nun werden in einem konkreten Fall aber beide gleichzeitig betätigt. Die Birne beginnt zu leuchten. Von einer solchen Wirkung sagt man, sie sei überdeterminiert.

Ein Verhältnis von Überdetermination besteht zwischen *singulären Ereignissen*, nicht zwischen Ereignistypen. Ein konkretes Wirkungsereignis in Raum und Zeit kann überdeterminiert sein; dann nämlich, wenn es von mindestens zwei alternativen Ursachen verursacht ist. Ein Wirkungstyp dagegen ist, weil er nicht raum-zeitlich lokalisiert ist, nie überdeterminiert – ihm sind mehrere alternative Ursachentypen zugeordnet. Trotzdem ist der Kürze halber bisweilen davon die Rede, dass Faktoren überdeterminiert seien – und auch wir werden in der Folge hie und da so sprechen –, gemeint ist damit aber immer, dass die Instanzen des betreffenden Faktors überdeterminiert seien.

*Überdetermination:* Ein singuläres Ereignis *a* ist genau dann überdeterminiert, wenn es von zwei oder mehr Ereignissen *b, c, ...* verursacht ist, die alternative Ursachen *B, C ...* von *A* instantiieren.

Mit Fällen von Überdetermination können nicht alle der mittlerweile bekannten theoretischen Ansätze zur Analyse der Kausalrelation korrekt, d.h. intuitivkonform, umgehen. In der Folge soll der Reihe nach geprüft werden, welche Theorien der Kausalität Schwierigkeiten bei der richtigen Interpretation von überdeterminierten Wirkungen haben, welches die Gründe für diese Schwierigkeiten sind und weshalb andere Kausalitätstheorien keine Mühe mit Überdetermination bekunden. Diesen Fragen nachgehen wollen wir anhand einer dem Übungsteil entnommenen Geschichte, die spätestens seit Mackie<sup>1</sup> standardmässig zur Veranschaulichung überdeterminierter Wirkungen herangezogen wird: die Erschiessung eines Deserteurs. Ein Deserteur wird zeitgleich von zwei Kugeln ins Herz getroffen, worauf er augenblicklich stirbt. Ein Herzdurchschuss alleine hätte auch zum sofortigen Tod geführt. Das tragische Lebensende jenes Deserteurs ist somit überdeterminiert.

<sup>1</sup> Vgl. Mackie (1974), S. 44ff.

### 2.1.1 KONTRAFAKTISCHE KAUSALITÄT UND ÜBERDETERMINATION

Bevor wir die Analyse dieser Erschiessungsgeschichte mit den Mitteln Kontrafaktischer Kausalität eingehender diskutieren, vergegenwärtige man sich den Rahmen jener standesrechtlichen Exekution an der entsprechenden Übung.

#### ÜBUNG: *Erschiessung (Kontrafaktische Kausalität)*

Der letzte anlässlich des Sonderbundskrieges exekutierte Deserteur stirbt an zwei simultan erfolgten Herzdurchschüssen. Obwohl darüber hinaus auch der Magen des Verurteilten durchschossen wird und dieser damit selbst bei ausgebliebenen Herzdurchschüssen – mit einer zeitlichen Verzögerung – gestorben wäre, ist der sofortige Tod des Deserteurs nicht durch Instanzen der Faktoren ‚Herzdurchschuss‘ und ‚Magendurchschuss‘ überdeterminiert, sondern durch die doppelte Instantiierung des Ereignistyps ‚Herzdurchschuss‘. Den Faktor ‚Magendurchschuss‘ nennt man in einer derartigen Konstellation im englischen Fachjargon einen „preempted potential cause“<sup>2</sup>. Ein *preempted potential cause* ist kausal relevant für eine Wirkung, kann diese kausale Relevanz in einer konkreten Situation aber nicht zur Geltung bringen, weil ihm ein anderer Ursachentyp gewissermassen ‚zuvorkommt‘. Um ein anderes Beispiel von Preemption handelt es sich etwa beim von der Brücke stürzenden Jungen, der sich an der Starkstromleitung festhält und dabei einen tödlichen Stromschlag erleidet.<sup>3</sup>

Im Sinne einer klaren Trennung der eigentlichen Überdetermination vom erwähnten Fall von Preemption, betrachten wir in der Folge eine etwas vereinfachte Version der Erschiessungsgeschichte: Das Erschiessungskommando bestehe nur aus zwei Schützen – Grossniklaus und Hugentobler –, die beide ihr Opfer gleichzeitig ins Herz treffen, so dass der Deserteur auf der Stelle sterbe. Die Typisierung des Erschiessungsbeispiels im Übungsteil kann jedoch diese Überdetermination nicht einfangen. Die beiden Herzdurchschüsse der Schützen Grossniklaus und Hugentobler werden dort als singuläre Ereignisse demselben Ereignistyp (‚Herzdurchschuss‘) zugerechnet. Von entscheidender Bedeutung für die Überdetermination des Lebensendes des Deserteurs ist aber nicht einfach die Instantiierung des Ereignistyps ‚Herzdurchschuss‘ – im Übungsteil repräsentiert durch den Buchstaben *R* –, sondern vielmehr dessen *doppelte* Instantiierung. Um die Überdetermination des sofortigen Todesfalles deshalb korrekt analysieren und damit abschätzen zu können, wie Kontrafaktische Kausalität mit Fällen von Überdetermination umgeht, müssen wir zwischen den beiden Instanzen von *R* zu unterscheiden in der Lage sein. Die auf zwei Schützen beschränkte Erschiessungsgeschichte soll deshalb an dieser Stelle im Hinblick auf kontrafaktische Abhängigkeiten zwischen den Ereignistypen nachfolgender Typisierung untersucht werden:

<sup>2</sup>Vgl. Graßhoff und May (2001), S. 104. Eine sinnfällige deutsche Übersetzung dieses Terminus gibt es nicht, weshalb wir uns hier auf das englische Original beschränken.

<sup>3</sup>Vgl. Kapitel I, Abschnitt 2, S. 12.

- $R_1$  = Herzdurchschuss durch den Schützen Grossniklaus
- $R_2$  = Herzdurchschuss durch den Schützen Hugentobler
- $U$  = sofortiger Tod des Deserteurs.

Zum Zweck dieser erneuten Analyse der Exekutionsgeschichte machen wir einmal mehr Gebrauch vom Testverfahren aus den Kapiteln IV bis VI:

- T1:*  $R_1$  ist kausal relevant für  $U$ .
- T2:*  $R_2$  ist kausal relevant für  $U$ .
- T3:*  $U$  ist kontrafaktisch abhängig von  $R_1$  (d.h.,  $R_1$  ist gemäss **KK** kausal relevant für  $U$ ).
- T4:*  $U$  ist kontrafaktisch abhängig von  $R_2$  (d.h.,  $R_2$  ist gemäss **KK** kausal relevant für  $U$ ).
- S<sub>1</sub>:* Das Erschiessungskommando bei der letzten standesrechtlichen Deserteursexekution anlässlich des Sonderbundskrieges besteht aus den zwei Schützen Grossniklaus und Hugentobler. Nach der Feuerfreigabe treffen beide ihr Opfer gleichzeitig ins Herz. Der Deserteur stirbt auf der Stelle.

Die Testsätze *T1–T4* nehmen für diese vereinfachte Version der Deserteurser-schiessung die folgenden Wahrheitswerte an:

- T1 ist wahr:* Der vom Schützen Grossniklaus veranlasste Herzdurchschuss ist kausal relevant für den sofortigen Tod des Deserteurs.
- T2 ist wahr:* Der vom Schützen Hugentobler veranlasste Herzdurchschuss ist kausal relevant für den sofortigen Tod des Deserteurs.
- T3 ist falsch:* Es stimmt nicht, dass den Verurteilten nicht der sofortige Tod ereilt hätte, wäre er von Grossniklaus nicht ins Herz getroffen worden. Wäre der erste Herzdurchschuss ausgeblieben, hätte der zweite genauso zum augenblicklichen Lebensende des Deserteurs geführt.
- T4 ist falsch:* Es stimmt nicht, dass den Verurteilten nicht der sofortige Tod ereilt hätte, wäre er von Hugentobler nicht ins Herz getroffen worden. Wäre der zweite Herzdurchschuss ausgeblieben, hätte der erste genauso zum augenblicklichen Lebensende des Deserteurs geführt.

Jeweils eine von zwei Ursachen, die ihre Wirkung überdeterminieren, verhindert, dass ein kontrafaktisches Konditional mit der anderen Ursache im Antezedens wahr wird und damit eine Kausaldiagnose auf der Basis Kontrafaktischer Kausalität gängigen Kausalurteilen entspricht. Eine Analyse der Kausalrelation mit Hilfe von kontrafaktischen Konditionalen kann deshalb überdeterminierten Wirkungen keine Ursachen zuordnen. Oder anders formuliert: Überdeterminierte

Wirkungen sind für Kontrafaktische Kausalität gewissermassen unverursacht!<sup>4</sup>

### 2.1.2 PROBABILISTISCHE KAUSALITÄT UND ÜBERDETERMINATION

Der Leser möge sich auch den Umgang Probabilistischer Kausalität mit der Erschiessungsgeschichte zunächst an der entsprechenden Übung vergegenwärtigen.

#### 🔪 ÜBUNG: *Erschiessung* (Probabilistische Kausalität)

Wie im Fall von Kontrafaktischer Kausalität gilt es auch im vorliegenden Kontext zunächst einmal festzustellen, dass unsere Analyse im Übungsteil nicht ausreichend differenziert, um der Überdetermination in der Erschiessungsgeschichte gerecht zu werden. Der Faktor ‚Herzdurchschuss‘ wird zwar durch den Ereignistyp ‚Magendurchschuss‘ vom Tod des Deserteurs abgeschirmt, doch damit ist nicht entschieden, ob bei einer isolierten Betrachtung der eigentlichen Überdetermination die beiden von Grossniklaus und Hugentobler veranlassten Herzdurchschüsse auf wahrscheinlichkeitstheoretischer Grundlage je für sich, d.h., wenn man sie als Instanzen von feiner spezifizierten Ereignistypen begreift, als Ursachen des frühzeitigen Lebensendes des Deserteurs erkannt werden könnten oder nicht.

Um den Umgang Probabilistischer Kausalität mit Überdetermination zu beurteilen, vereinfachen wir daher die Erschiessungsgeschichte auch hier wie schon im Kontext Kontrafaktischer Kausalität derart, dass das Erschiessungskommando nur aus den Schützen Grossniklaus und Hugentobler bestehe. Zur kausalen Analyse dieser vereinfachten Exekutionsgeschichte stützen wir uns wiederum auf die folgende Typisierung:

- $R_1$  = Herzdurchschuss durch den Schützen Grossniklaus
- $R_2$  = Herzdurchschuss durch den Schützen Hugentobler
- $U$  = sofortiger Tod des Deserteurs.

Die nachstehenden Testsätze sind nun darauf zu prüfen, ob sie bei einer probabilistischen Analyse von  $S_1$  denselben Wahrheitswert annehmen.

T1:  $R_1$  ist kausal relevant für  $U$ .

T2:  $R_2$  ist kausal relevant für  $U$ .

T3:  $R_1$  erhöht die Wahrscheinlichkeit von  $U$ , ohne von einem dritten Faktor  $Z$  von  $U$  abgeschirmt zu werden (d.h.,  $R_1$  ist gemäss PK kausal relevant für  $U$ ).

---

<sup>4</sup>Diese Konsequenz ist für gewisse Autoren nicht weiter problematisch (vgl. z.B. Hausman (1998), S. 263-265). Andere tun sich mit diesem kontraintuitiven Befund schwerer und haben versucht, Kontrafaktischer Kausalität eine intuitionskonforme Analyse von überdeterminierten Wirkungen zu ermöglichen (vgl. z.B. Bunzl (1979) oder Lewis (1986)).

*T4:*  $R_2$  erhöht die Wahrscheinlichkeit von  $U$ , ohne von einem dritten Faktor  $Z$  von  $U$  abgeschirmt zu werden (d.h.,  $R_2$  ist gemäss PK kausal relevant für  $U$ ).

*T1 ist wahr:* Der vom Schützen Grossniklaus veranlasste Herzdurchschuss ist kausal relevant für den sofortigen Tod des Deserteurs.

*T2 ist wahr:* Der vom Schützen Hugentobler veranlasste Herzdurchschuss ist kausal relevant für den sofortigen Tod des Deserteurs.

*T3 ist falsch:* Es ist nicht der Fall, dass der von Grossniklaus veranlasste Herzdurchschuss die Wahrscheinlichkeit von  $U$  nicht-abgeschirmt erhöht. Es gibt nämlich in der hier betrachteten Faktorenmenge einen dritten Ereignistyp, der  $R_1$  von  $U$  abschirmt, und zwar  $R_2$ . Denn es gilt:

$$P(U | R_1 R_2) = P(U | R_2).$$

*T4 ist falsch:* Es ist nicht der Fall, dass der von Hugentobler veranlasste Herzdurchschuss die Wahrscheinlichkeit von  $U$  nicht-abgeschirmt erhöht. Es gibt nämlich in der hier betrachteten Faktorenmenge einen dritten Ereignistyp, der  $R_2$  von  $U$  abschirmt, und zwar  $R_1$ . Denn es gilt:

$$P(U | R_1 R_2) = P(U | R_1).$$

$R_1$  und  $R_2$  schirmen sich gegenseitig von  $U$  ab. Sie stehen sich wechselseitig im Weg, von PK kausale Relevanz zugesprochen zu erhalten. Daraus ergibt sich die paradoxe Situation, dass Probabilistische Kausalität zwar den größeren Faktor ‚Herzdurchschuss‘ als Ursache des augenblicklichen Deserteurstod diagnostizieren könnte, denn im auf zwei Schützen reduzierten Erschiessungsfall wird  $R$  nicht abgeschirmt, den beiden Herzdurchschüssen von Grossniklaus und Hugentobler –  $R_1$  und  $R_2$  – hingegen jegliche kausale Relevanz für den Tod des Deserteurs absprechen muss.

Diese Schwierigkeit entsteht, weil der Begriff der Abschirmung, der auf Reichenbach<sup>5</sup> zurückgeht, in seiner ursprünglichen und in Kapitel VI, Abschnitt 4.1 dargestellten Form zu schwach ist. Dort ist für einen Faktor  $A$  festgelegt worden, er werde genau dann durch einen Ereignistyp  $B$  von einem Faktor  $C$  abgeschirmt, wenn gilt:

$$P(C | AB) = P(C | B). \quad (I)$$

Jetzt zeigt sich, dass sich unter diesen Voraussetzungen sämtliche Ursachen, die ihre Wirkung überdeterminieren, gegenseitig abschirmen.

Eine mögliche Lösung dieses Problems besteht in einer Verschärfung des Abschirmungsbegriffes. Reichenbach veranschaulicht, was es heisst, dass  $B$  die Fakto-

<sup>5</sup>Vgl. Reichenbach (1956), S. 189-190.

ren  $A$  und  $C$  voneinander abschirmt, am Beispiel der Kausalkette  $A \longrightarrow B \longrightarrow C$ :<sup>6</sup>

(...) once we know that  $B$  has occurred, it is no longer necessary to know that it was preceded by  $A$ ; event  $A$  is no longer relevant to the prediction of  $C$ . The contribution of  $A$  to  $C$  has been absorbed in  $B$ , so to speak; and  $B$  may be said to *screen off*  $A$  from  $C$ .<sup>7</sup>

Eine zweite Kausalstruktur, die Reichenbach an verschiedenen Stellen als Beispiel für das Vorliegen einer Abschirmbeziehung im Sinne von (I) zwischen  $B$ ,  $A$  und  $C$  ins Feld führt, ist das Epiphänomen  $A \longleftarrow B \longrightarrow C$ . Sowohl für die Kette wie für das Epiphänomen gilt aber natürlich nicht nur (I), sondern darüber hinaus auch:

$$P(C | A\bar{B}) = P(C | \bar{B}). \quad (\text{II})$$

Das heisst, gegeben  $B$  und gegeben  $\bar{B}$  spielen Instantiierungen von  $A$  für die Bemessung der Wahrscheinlichkeit von  $C$  keine Rolle.

Eine nahe liegende Verstärkung von Reichenbachs Abschirmungsbegriff besteht mithin in der Festlegung, dass ein Ereignistyp  $A$  nur dann durch  $B$  von  $C$  abgeschirmt wird, wenn neben (I) auch (II) gilt. Ellery Eells verwendet den Abschirmungsbegriff in diesem Sinn.<sup>8</sup>

*Abschirmung (nach Eells):* Ein Ereignistyp  $A$  wird genau dann durch einen Ereignistyp  $B$  von einem Wirkungstyp  $C$  abgeschirmt, wenn gilt:

$$(1a) \quad P(C | AB) = P(C | B) \quad \text{und}$$

$$(b) \quad P(C | A\bar{B}) = P(C | \bar{B}).$$

Mit dieser Verstärkung des Reichenbachschen Abschirmungsbegriffes verschwinden die Schwierigkeiten, die PK bei der Analyse von überdeterminierten Wirkungen hat. Der erste Herzdurchschuss ( $R_1$ ), um auf die Deserteursexekution zurückzukommen, würde unter blosssem Rekurs auf (1a) zwar immer noch durch  $R_2$  vom Ableben des Deserteurs ( $U$ ) abgeschirmt, doch der Bedingung (1b) genügt dieser Fall von Überdetermination nicht. Es gilt nicht

$$P(U | R_1\bar{R}_2) = P(U | \bar{R}_2),$$

sondern vielmehr

$$P(U | R_1\bar{R}_2) > P(U | \bar{R}_2).$$

<sup>6</sup>Die langen Pfeile stehen hier, wie schon im letzten Kapitel, für Pfeile in Kausalgraphen, d.h. für die Relation „... ist direkt kausal relevant für ...“. Sie sind nicht mit dem Implikationsjunktore zu verwechseln.

<sup>7</sup>Reichenbach (1956), S. 189. Die verwendeten Buchstaben sind unserem Beispiel angepasst.

<sup>8</sup>Vgl. Eells (1991), S. 60. Eells verwendet den Abschirmungsbegriff nicht einheitlich. Bisweilen versteht er unter Abschirmung dasselbe wie Reichenbach.

Im Sinne von Eells schirmt weder  $R_2$  den Faktor  $R_1$  noch umgekehrt  $R_1$  den Faktor  $R_2$  von  $U$  ab.

Wird der begriffliche Rahmen Probabilistischer Kausalität durch diesen verstärkten Abschirmungsbegriff ergänzt, so ist eine wahrscheinlichkeitstheoretische Analyse der Kausalrelation im Gegensatz zu der auf kontrafaktischen Konditionalen aufbauenden Kausaltheorie in der Lage, überdeterminierte Wirkungen korrekt zu beschreiben.

### 2.1.3 INUS-BEDINGUNGEN BZW. MINIMALE THEORIEN UND ÜBERDETERMINATION

Die Differenzen zwischen den mit INUS-Bedingungen bzw. Minimalen Theorien operierenden Kausalitätstheorien sind für deren Analyse von überdeterminierten Wirkungen nicht von Belang. Deshalb wird ihr Umgang mit Fällen von Überdetermination hier kombiniert abgehandelt.

🔪 ÜBUNG: *Erschiessung (INUS-Bedingungen)*

🔪 ÜBUNG: *Erschiessung (Minimale Theorien)*

Mit INUS-Bedingungen und Minimalen Theorien kann den Faktoren ‚Herzdurchschuss‘ und ‚Magendurchschuss‘ ohne weiteres kausale Relevanz fürs Ableben des Deserteurs zugeschrieben werden. Aber wiederum gilt: Die Typisierung im Übungsteil ist zu ungenau, als dass sie zwischen den beiden Herzdurchschüssen der zwei Schützen unterscheiden und damit die eigentliche Überdetermination wiedergeben könnte. Wir betrachten deshalb auch hier die auf die Schützen Grossniklaus und Hugentobler beschränkte Version der Erschiessungsgeschichte, spezifizieren den Faktor  $R$  und prüfen anschliessend anhand von  $S_1$ , ob die kausalen Abhängigkeiten zwischen  $R_1$  und  $R_2$  mit INUS-Bedingungen und Minimalen Theorien erfolgreich eingefangen werden können.

|       |   |   |
|-------|---|---|
| $R_1$ | = | Herzdurchschuss durch den Schützen Grossniklaus |
| $R_2$ | = | Herzdurchschuss durch den Schützen Hugentobler  |
| $U$   | = | sofortiger Tod des Deserteurs.                  |

T1:  $R_1$  ist kausal relevant für  $U$ .

T2:  $R_2$  ist kausal relevant für  $U$ .

T3:  $R_1$  ist INUS-Bedingung oder selbst hinreichende oder notwendige Bedingung von  $U$  (d.h.,  $R_1$  ist gemäss NSB kausal relevant für  $R_2$ ).

T4:  $R_2$  ist INUS-Bedingung oder selbst hinreichende oder notwendige Bedingung von  $U$  (d.h.,  $R_2$  ist gemäss NSB kausal relevant für  $R_1$ ).



*T5:*  $R_1$  ist in der Minimalen Theorie von  $U$  enthalten (d.h.,  $R_1$  ist gemäss MT kausal relevant für  $R_2$ ).

*T6:*  $R_2$  ist in der Minimalen Theorie von  $U$  enthalten (d.h.,  $R_2$  ist gemäss MT kausal relevant für  $R_1$ ).

*T1 ist wahr:* Der vom Schützen Grossniklaus veranlasste Herzdurchschuss ist kausal relevant für den sofortigen Tod des Deserteurs.

*T2 ist wahr:* Der vom Schützen Hugentobler veranlasste Herzdurchschuss ist kausal relevant für den sofortigen Tod des Deserteurs.

*T3 ist wahr:*  $R_1$  ist notwendiger Teil einer hinreichenden Bedingung von  $U$ , und zwar der Bedingung  $R_1X_1$ .

*T4 ist wahr:*  $R_2$  ist notwendiger Teil einer hinreichenden Bedingung von  $U$ , und zwar der Bedingung  $R_2X_2$ .

*T5 ist wahr:*  $R_1$  ist in der Minimalen Theorie von  $U$  enthalten:

$$(R_1X_1 \vee R_2X_2 \vee Y) \Rightarrow U. \quad (\text{III})$$

*T6 ist wahr:*  $R_2$  ist in der Minimalen Theorie (III) von  $U$  enthalten.

Ein kausalitätstheoretischer Ansatz, der in der Nachfolge Humes, das Vorliegen eines Ursache-Wirkungsverhältnisses mitunter vom Bestehen von Regularitäten abhängig macht, hat keine Probleme bei der korrekten theoretischen Wiedergabe von überdeterminierten Prozessen. Vor dem Hintergrund von INUS-Bedingungen und Minimalen Theorien erscheinen  $R_1$  und  $R_2$  einfach als alternative Ursachen ein und derselben Wirkung. Solange das Prinzip der Relevanz<sup>9</sup> nicht verletzt ist, d.h., solange es Situationen gibt, in denen  $R_1X_1$  und  $R_2X_2$  *alleine* eine Instanz von  $U$  herbeiführen, steht die kausale Relevanz der von  $R_1$  und  $R_2$  nicht in Frage. Ist in einem konkreten Fall neben *einer* minimal hinreichenden Bedingung von  $U$  noch eine *zweite* instantiiert, ändert das an der kausalen Relevanz der ersten Bedingung nichts.

## 2.2 KAUSALKETTEN

Eine zweite Form kausaler Verknüpfung, die, obwohl wir ihr schon verschiedentlich begegnet sind, an dieser Stelle eingehender diskutiert werden soll, ist die Verkettung von Ursache-Wirkungspaaren. Kapitel III, Abschnitt 2 hat gezeigt, dass Ursachen und Wirkungen die Eigenschaft haben, sich zu Ketten zusammenzuschliessen. Dabei pflanzt sich kausale Relevanz über sämtliche Kettenglieder fort. Das Anstreichen des Zündholzes ist kausal relevant für dessen Entflammen, welches wiederum die Zigarette zum Glimmen bringt. Dieses Glimmen seinerseits

<sup>9</sup>Vgl. Kapitel III.

steckt, nachdem die Zigarette im Wald weggeworfen worden ist, den dortigen trockenen Laubteppich in Brand und als Folge davon bricht ein Waldbrand aus etc. Dabei ist das Anstreichen des Zündholzes kausal relevant für den Waldbrand.

Die Kausalrelation ist transitiv.<sup>10</sup> Wenn ein Faktor *A* kausal relevant ist für einen Faktor *B* und dieser wiederum kausal relevant für einen Faktor *C*, so ist *A* auch kausal relevant, und zwar *indirekt* kausal relevant, für *C*. In welcher Weise die verschiedenen Kausaltheorien die Transitivität der Relation zwischen Ursache und Wirkung wiedergeben, ist Thema des vorliegenden Abschnittes.

### 2.2.1 KONTRAFAKTISCHE KAUSALITÄT UND KAUSALKETTEN

Im Rahmen Kontrafaktischer Kausalität gelingt eine intuitionskonforme Analyse von Kausalketten mühelos. Gilt für drei in einem konkreten Fall instantiierte Faktoren *A*, *B* und *C*, dass *B* nicht eingetreten wäre, hätte keine Instanz von *A* stattgefunden, und dass sich ohne *B* keine Instanz von *C* ereignet hätte, so wäre *C* auch ohne *A* ausgeblieben. Die kausale Relevanz von *A* für *C* steht damit für KK ausser Frage.<sup>11</sup>

Wäre die Apollo-Rakete am 16.7.1969 nicht mit Treibstoff aufgetankt worden, hätte sie an diesem Tag nicht starten können. Wäre die Rakete am 16.7.1969 nicht gestartet, hätte Neil Armstrong am 20.7.1969 nicht den Mond betreten. Daraus folgt: Wäre die Apollo-Rakete am 16.7.1969 nicht mit Treibstoff aufgetankt worden, hätte Neil Armstrong am 20.7.1969 nicht den Mond betreten. KK kann dem Auftanken der Rakete somit ohne weiteres kausale Relevanz für die erste bemannte Mondlandung zuschreiben.

### 2.2.2 PROBABILISTISCHE KAUSALITÄT UND KAUSALKETTEN

Probabilistische Kausalität dagegen hat gewisse Schwierigkeiten bei der Wiedergabe der Transitivität des Ursache-Wirkungsverhältnisses.<sup>12</sup> Zur Veranschaulichung dieses Umstandes betrachten wir erneut das Haarausfall-Beispiel aus Kapitel VI, Abschnitt 4.3.3. Alopezin sei ein Medikament, das gegen Haarausfall vorbeuge. Es enthalte das Protein Keratin, welches gesunden Haarwuchs begünstige. Die Einnahme von Alopezin (*A*) sei also kausal relevant für erhöhte Keratinwerte im Blut der Patienten (*B*), wobei hohe Keratinwerte ihrerseits kausal relevant seien für eine dichte Kopfbehaarung (*C*).

Mit Hilfe des bekannten Testverfahrens soll nun – vorerst einmal unter Verwendung des von Reichenbach herrührenden Begriffs der Abschirmung – gezeigt werden, weshalb Probabilistische Kausalität, die Kausalkette  $A \rightarrow B \rightarrow C$  nicht adäquat wiedergeben kann.

<sup>10</sup>Zur Transitivität kausaler Relevanz vgl. Kapitel III, Abschnitt 2.4.

<sup>11</sup>Es ist nicht zuletzt durch den problemlosen Umgang mit Kausalketten zu erklären, dass viele Vertreter Kontrafaktischer Kausalität mit Nachdruck für die Transitivität der Kausalrelation eintreten (vgl. z.B. Lewis (1973)).

<sup>12</sup>Vgl. hierzu Papineau (1989).

- $A$  = Alopezineinnahme  
 $B$  = erhöhte Keratinwerte im Blut der Patienten  
 $C$  = dichte Kopfbehaarung.

*T1:*  $A$  ist kausal relevant für  $C$ .

*T2:*  $A$  erhöht die Wahrscheinlichkeit von  $C$ , ohne von einem dritten Faktor  $Z$  von  $C$  abgeschirmt zu werden (d.h.,  $A$  ist gemäss PK kausal relevant für  $C$ ).

*S2:* Herr Schneider leidet an Haarausfall. Sein Arzt verschreibt ihm Alopezin. Nach kurzer Zeit steigt sein Keratinwert und der Haarausfall wird gestoppt.

*T1 ist wahr:* Vermittelt durch eine Erhöhung der Keratinwerte ist die Einnahme von Alopezin kausal relevant für dichte Kopfbehaarung. Kausale Relevanz ist transitiv.

*T2 ist falsch:* Es ist nicht der Fall, dass  $A$  die Wahrscheinlichkeit von  $C$  erhöht, ohne von einem dritten Faktor abgeschirmt zu werden. Es gibt nämlich in der hier betrachteten Faktorenmenge einen solchen dritten Faktor, der die Wahrscheinlichkeit von  $C$  auch ohne Berücksichtigung von  $A$  im selben Ausmass erhöht wie unter Einbezug von  $A$ , und zwar der Typ  $B$ . Es gilt

$$P(C|AB) = P(C|B). \quad (\text{IV})$$

Alopezin begünstigt dichte Kopfbehaarung mittels einer Steigerung der Keratinwerte im Blut von Patienten. Hat jemand hohe Keratinwerte, spielt es für die Bemessung der Wahrscheinlichkeit von  $C$  keine Rolle mehr, wie diese hohen Werte zustande gekommen sind.

Bereits Suppes hat darauf hingewiesen, dass eine nicht modifizierte Aufnahme der Reichenbachschen Abschirmbedingung PK einen korrekten Umgang mit Kausalketten verunmöglichen würde. Er hat deshalb potentielle Ursachentypen auf Zeitpunkte relativiert, um sie in einer chronologischen Reihe ordnen und fordern zu können, dass nur Faktoren als Abschrimer in Frage kommen, die zeitlich vor den abgeschirmten Ereignistypen instantiiert sind.<sup>13</sup> Derart kann zwar tatsächlich verhindert werden, dass eine direkte Ursache alle ihre Vorgänger auf einer Kausalkette von der Wirkung abschirmt, doch wird dazu die Relation „... zeitlich vor...“ und damit die Richtung der Zeit vorausgesetzt. Reichenbach hat indes überzeugend dafür argumentiert, die Richtung der Zeit über die Richtung der Kausalität festzulegen und nicht umgekehrt.<sup>14</sup> Deshalb kann Suppes' Aufnahme der Zeitrichtung in eine Definition kausaler Relevanz nicht wirklich befriedigen.

Nun hat der letzte Abschnitt eine Verstärkung des Reichenbachschen Abschirmungsbegriffes eingeführt, welche die Zeitrichtung nicht vorauszusetzen braucht.

<sup>13</sup>Vgl. Kapitel VI, Abschnitt 4.1.

<sup>14</sup>Vgl. Kapitel V, Abschnitt 3.5.

Es ist deshalb an dieser Stelle zu prüfen, ob diese Verstärkung neben der Lösung des Überdeterminationsproblems einer probabilistischen Kausaltheorie auch den Weg zu einer korrekten Analyse kausaler Ketten ebnet. Schirmt also *B* die Faktoren *A* und *C* nicht nur im Sinne von (1a), sondern auch im Sinne von (1b) voneinander ab? Dies ist tatsächlich der Fall, denn neben (IV) gilt auch:

$$P(C | \overline{AB}) = P(C | \overline{B}). \quad (V)$$

Hat jemand tiefe Keratinwerte, hat die Einnahme von Alopezin keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit, sich dichten Haarwuchses erfreuen zu können.

Die Verstärkung des Abschirmungsbegriffes durch die Bedingung (1b) löst das Problem Probabilistischer Kausalität im Umgang mit Kausalketten nicht. Einen anderen Lösungsansatz hat David Papineau entwickelt.<sup>15</sup> Papineau schlägt vor, mit *PK* nicht den Anspruch zu erheben, kausale Relevanz schlechthin, sondern bloss *direkte* kausale Relevanz zu definieren. Er modifiziert *PK* zu *PK<sub>d</sub>*:

*Direkte kausale Relevanz und Wahrscheinlichkeiten (PK<sub>d</sub>):* Ein Faktor *A* ist genau dann *direkt* kausal relevant für eine Wirkung *C*, wenn *A* eine prima facie Ursache, aber nicht eine unechte Ursache von *C* ist.

Die indirekte kausale Relevanz eines Faktors *A* für einen Faktor *C* lässt sich, so Papineau, anschliessend aus der direkten Relevanz von *A* für *B* und von *B* für *C* ableiten. Ein Faktor *A* ist Papineaus Vorschlag zufolge genau dann indirekt kausal relevant für einen Faktor *C*, wenn es eine Reihe von Faktoren gibt, deren erstes Glied *A*, deren letztes Glied *C* ist und deren Glieder jeweils im Sinne von *PK<sub>d</sub>* direkt kausal relevant sind für ihre Nachfolger.

Zumal die Abschirmung von Faktoren einer Kausalkette durch Zwischenglieder durchaus im Sinne der Intransitivität *direkter* kausaler Relevanz ist, gelingt Probabilistischer Kausalität damit selbst unter Verwendung des Reichenbachschen Abschirmungsbegriffes eine korrekte Analyse von Kausalketten. Die Einnahme von Alopezin ist nicht direkt kausal relevant für üppigen Haarwuchs und wird folglich korrekterweise durch hohe Keratinwerte von voller Kopfbehaarung abgeschirmt. Die indirekte kausale Relevanz von Alopezineinnahme für das Ausbleiben von Haarausfall ergibt sich aus dem Umstand, dass die Einnahme von Alopezin *PK<sub>d</sub>* zufolge direkt kausal relevant ist für erhöhte Keratinwerte und diese ihrerseits auf der Grundlage von *PK<sub>d</sub>* kausale Relevanz für dichte Kopfbehaarung zugesprochen erhalten.

<sup>15</sup>Vgl. Papineau (1989), S. 332ff.

*Indirekte kausale Relevanz und Wahrscheinlichkeiten (PK<sub>i</sub>):* Ein Faktor  $A$  ist genau dann *indirekt* kausal relevant für eine Wirkung  $C$ , wenn es eine Reihe  $R$  von Faktoren  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n, n \geq 3$ , gibt, so dass  $A = Z_1$ ,  $C = Z_n$  und für jedes  $i, 1 \leq i < n$ , gilt:  $Z_i$  ist im Sinne von PK<sub>d</sub> direkt kausal relevant für  $Z_{i+1}$ .

### 2.2.3 MINIMALE THEORIEN UND KAUSALKETTEN

Der Unterschied zwischen NSB und MT ist für die Analyse von Kausalketten wie im Fall von Überdetermination nicht von Bedeutung. Da wir am Schluss von Kapitel V Minimalen Theorien grundsätzlich den Vorzug gegenüber INUS-Bedingungen gegeben haben, werden wir uns hier auf den Umgang von Minimalen Theorien mit kausalen Verkettungen konzentrieren. Die folgenden Ausführungen sind indes problemlos auf den Kontext von INUS-Bedingungen übertragbar.

Betrachten wir erneut die kausale Kette, die von Alopezineinnahme zu dichter Kopfbehaarung führt (S<sub>2</sub>):

|     |   |  |
|-----|---|--|
| $A$ | = | Alopezineinnahme                           |
| $B$ | = | erhöhte Keratinwerte im Blut der Patienten |
| $C$ | = | dichte Kopfbehaarung                       |

*T1:*  $A$  ist kausal relevant für  $C$ .

*T2:*  $A$  ist gemäss MT kausal relevant für  $C$ .

*T1 ist wahr:* Vermittelt durch eine Erhöhung der Keratinwerte ist die Einnahme von Alopezin kausal relevant für dichte Kopfbehaarung. Kausale Relevanz ist transitiv.

*T2 ist wahr:*  $A$  wird von MT als kausal relevanter Faktor von  $C$  identifiziert.

Den Wahrheitswert von *T2* gilt es nun im Detail zu begründen. Relativ zur Faktorenmenge dieses Beispiels ist vorerst einmal die folgende Minimale Theorie etablierbar:

$$(BX_1 \vee Y_C) \Rightarrow C. \quad (\text{VI})$$

Wer hohe Keratinwerte hat, kann sich bei ansonsten geeigneten Bedingungen ( $X_1$ ), wie der Verfügbarkeit der restlichen für den Haaraufbau unerlässlichen Proteine oder der Nicht-Einnahme von Chemotherapeutika, dichter Kopfbehaarung erfreuen. Das heisst,  $BX_1$  ist eine minimal hinreichende Bedingung und als solche Teil einer minimal notwendigen Bedingung von  $C$ . Damit ist es gelungen, mit Hilfe von Minimalen Theorien dem Faktor  $B$  kausale Relevanz für dichte Kopfbehaarung zuzusprechen.

Nun wollen wir der Einnahme von Alopezin, d.h. dem Faktor  $A$ , ebenfalls zu der ihr zustehenden kausalen Relevanz für  $C$  verhelfen. Damit  $A$  von MT kausale

Relevanz zugesprochen erhält, muss  $A$  entweder von  $MT_d$  als direkt kausal relevant oder von  $MT_i$  als indirekt kausal relevant für  $C$  ausgewiesen werden. Eine korrekte Analyse der kausalen Relevanz von  $A$  muss diese als vermittelt durch  $B$ , d.h. als indirekt, ausweisen. Um darzulegen, dass dies auf der Grundlage von  $MT$  tatsächlich gelingt, sei zunächst gezeigt, dass  $A$  von  $MT_d$  *nicht* als direkt für  $C$  relevanter Faktor identifiziert wird.  $A$  ist nach  $MT_d$  genau dann direkt kausal relevant für  $C$ , wenn  $A$  in (VI) integrierbar ist. Eine solche Integration könnte auf zweierlei Weise bewerkstelligt werden: Möglich wäre zum einen ein konjunktives Anhängen von  $A$  an den komplexen Ereignistyp  $BX_1$ , so dass das Faktorenbündel  $ABX'_1$  entstünde, oder zum anderen eine disjunktive Erweiterung von  $BX_1 \vee Y_C$  zu  $BX_1 \vee AX_2 \vee Y'_C$ .

Es zeigt sich indessen, dass weder aus der einen noch aus der anderen denkbaren Integration von  $A$  in (VI) eine Minimale Theorie von  $C$  resultiert. Der Ausdruck

$$(ABX'_1 \vee Y_C) \Rightarrow C \quad (VII)$$

ist keine Minimale Theorie, weil er vor dem Doppelkonditionalpfeil ein Disjunkt enthält, das nicht eine minimal hinreichende Bedingung von  $C$  ist. Das Faktorenbündel  $ABX'_1$  enthält ein redundantes Konjunkt, und zwar  $A$ . Denn es gibt einen Teil von  $ABX'_1$ , der selbst minimal hinreichend ist für  $C$ , nämlich  $BX'_1$ . Auf der anderen Seite handelt es sich auch bei

$$(BX_1 \vee AX_2 \vee Y'_C) \Rightarrow C \quad (VIII)$$

nicht um eine Minimale Theorie, weil der Teilausdruck vor dem Doppelkonditionalpfeil keine minimal notwendige Bedingung von  $C$  darstellt.  $BX_1 \vee AX_2 \vee Y'_C$  enthält ein redundantes Disjunkt:  $AX_2$ . Immer wenn eine Instanz von  $AX_2$  stattfindet, ist auch  $B$  instantiiert.  $A$  kann somit eine potentielle direkte kausale Relevanz für  $C$  nie unabhängig von  $B$  unter Beweis stellen. Ist der Faktor  $A$  aber nicht in (VI) integrierbar, fällt er für  $MT_d$  als direkt kausal relevanter Faktor von  $C$  ausser Betracht.

Bleibt die Frage, ob  $A$  von  $MT_i$  als indirekt kausal relevanter Faktor von  $C$  identifiziert wird.  $MT_i$  zufolge ist  $A$  genau dann indirekt kausal relevant für  $C$ , wenn es eine Reihe  $R$  von Faktoren  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n, n \geq 3$ , gibt, so dass  $A = Z_1, C = Z_n$  und für jedes  $i, 1 \leq i < n$ , gilt:  $Z_i$  ist im Antezedens der Minimalen Theorie von  $Z_{i+1}$  enthalten. Diese Bedingung ist in unserem Beispiel erfüllt, denn neben (VI) gilt auch die folgende Minimale Theorie:

$$(AX_2 \vee Y_B) \Rightarrow B. \quad (IX)$$

Die Faktoren  $A, B$  und  $C$  bilden eine Reihe, wie sie von  $MT_i$  für die indirekte kausale Relevanz von  $A$  für  $C$  verlangt wird.

Der Klarheit halber wollen wir diesen Befund auch mit Hilfe des graphentheoretischen Instrumentariums nachvollziehen. Abbildung VII.1 stellt die den Faktoren  $A, B$  und  $C$  unterlegte Kausalstruktur graphisch dar. Den kausalen Prozess

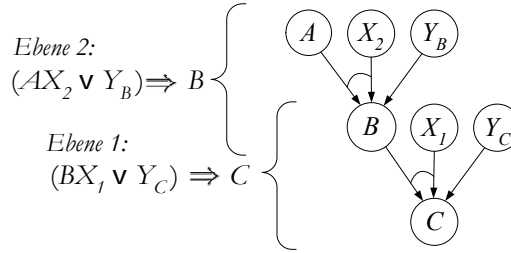


Abb. VII.1: Die kausale Struktur, die der Wirkung von Alopezin zugrunde liegt. Die Variablen  $X_2$  und  $X_1$  bzw.  $Y_B$  und  $Y_C$  stehen in bekannter Manier für Faktoren, die gemeinsam mit bzw. neben der Alopezineinnahme ( $A$ ) und den erhöhten Keratinwerten ( $B$ ) kausal relevant sind für dichten Haarwuchs auf dem Kopf ( $C$ ). (Die Pfeile sind hier wieder im Sinne der in Kap. III eingeführten Notation zu lesen.)

von der Einnahme von Alopezin bis zur Erhöhung der Keratinwerte beschreibt der obere Teilgraph (Ebene 2).  $A$  ist in Verbindung mit anderen Faktoren wie regulärer Magenfunktionalität kausal relevant für  $B$ . Alternativ zu  $AX_2$  existiert eine Reihe anderer kausal relevanter Faktoren für  $B$ . Keratin lässt sich auch intravenös verabreichen oder wird gegebenenfalls einer geeigneten genetischen Veranlagung wegen vom Körper selbst in hohem Mass produziert. Für alle diese Alternativursachen steht die Variable  $Y_B$ .  $A$  findet relativ zu dieser Faktorenmenge, wie wir gesehen haben, auch problemlos Aufnahme in der Minimalen Theorie (IX) von  $B$ .

Analoges gilt für den unteren Teilgraphen (Ebene 1).  $B$  ist nicht-redundanter Teil einer komplexen Ursache von  $C$  und dementsprechend relativ zur hier betrachteten Faktorenmenge auch in der Minimalen Theorie (VI) von  $C$  enthalten.

In einer Minimalen Theorie sind ausschliesslich die direkt kausal relevanten Faktoren einer jeweiligen Wirkung versammelt. Von direkter Relevanz lässt sich jedoch aufgrund der Transitivität kausaler Relevanz, die in  $MT_i$  zum Ausdruck kommt, auf indirekte Relevanz schliessen. Die Graphen-Notation veranschaulicht dies. Minimale Theorien beschreiben einzelne *Ebenen* von komplexen Kausalgraphen. Unter einer Ebene eines Kausalgraphen  $G$  sei ein Teilgraph  $K \subseteq G$  mit einer maximalen Anzahl Knoten von  $G$  verstanden derart, dass  $K$  aus zwei Mengen  $M$  und  $N$  von Knoten besteht, die Knoten in  $M$  bzw.  $N$  untereinander nicht benachbart sind und es von jedem Knoten in  $M$  einen Pfad zu mindestens einem Knoten in  $N$  gibt, so dass  $M$  nur Anfangs- und  $N$  nur Endknoten von Pfaden enthält.<sup>16</sup>

Der Kettengraph in Abbildung VII.1 besteht demnach aus zwei Ebenen, denen jeweils die Minimalen Theorien (VI) bzw. (IX) entsprechen. Wir nummerieren die Ebenen eines Kettengraphen  $G$  beginnend bei der untersten, d.h. bei derjenigen Ebene, deren Endknoten nicht zugleich Anfangsknoten einer anderen Ebene von  $G$  sind. Die in diesem Sinn zweite Ebene ist in unserem Beispielfall zusammengesetzt aus den beiden Knotenmengen  $\{A, X_2, Y_B\}$  und  $\{B\}$ , während die erste


<sup>16</sup>Zu Begriffen wie Anfangs- und Endknoten oder Nachbarschaft von Knoten vgl. Kapitel III.

*Ebene eines Kausalgraphen:* Eine Ebene eines Kausalgraphen  $G$  ist ein Teilgraph  $K \subseteq G$  mit einer maximalen Anzahl Knoten von  $G$  derart, dass  $K$  aus zwei Mengen  $M$  und  $N$  von Knoten besteht, die Knoten in  $M$  bzw.  $N$  untereinander nicht benachbart sind und es von jedem Knoten in  $M$  einen Pfad zu mindestens einem Knoten in  $N$  gibt, so dass  $M$  nur Anfangs- und  $N$  nur Endknoten von Pfaden enthält.

Ebene durch die Knotenmengen  $\{B, X_1, Y_C\}$  und  $\{C\}$  konstituiert wird. Die Knotenmengen der zweiten Ebene entsprechen genau Antezedens und Konsequens von (VI), diejenigen der ersten Ebene Antezedens und Konsequens von (IX).

Mittels Minimaler Theorien lassen sich in dieser Weise komplexe Kausalgraphen Ebene für Ebene aufbauen. Während aus einer Minimalen Theorie nur direkte kausale Relevanz abgelesen werden kann, ist aus einem über mehrere Ebenen laufenden Kausalgraphen indirekte Relevanz sofort ersichtlich. Ein Faktor  $A$  ist indirekt kausal relevant für einen Faktor  $C$ , wenn es zwischen  $A$  und  $C$  eine *Pfadverbindung* gibt, so dass  $A$  deren Anfangs- und  $C$  deren Endknoten ist. Eine Pfadverbindung in einem Graphen  $G$  ist eine Reihe  $R$  von Knoten  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ ,  $n \geq 3$ , aus  $G$  derart, dass es zwischen allen aufeinander folgenden Mitgliedern von  $R$  einen Pfad gibt und ein beliebiges  $Z_i$  Endknoten des Pfades mit dem Anfangsknoten  $Z_{i-1}$  ist. Das heisst, zwischen allen Knoten  $Z_i$  und  $Z_{i+1}$  von  $R$  existiert eine gerichtete Kante von  $Z_i$  nach  $Z_{i+1}$ . Der Anfangsknoten einer Pfadverbindung ist der erste Knoten in  $R$ , der Endknoten deren letzter. Man kann eine Pfadverbindung auch verstehen als eine Menge von mindestens zwei Pfaden, so dass jeder Knoten mit Ausnahme von Anfangs- und Endknoten der Pfadverbindung selbst zugleich End- wie Anfangsknoten eines Pfades ist.

Im Graphen von Abbildung VII.1 gibt es eine Pfadverbindung von  $A$  nach  $C$ , und zwar  $A \rightarrow B \rightarrow C$ . Daraus lässt sich die indirekte kausale Relevanz von  $A$  für  $C$  ableiten. Äquivalent zu  $MT_i$  ist indirekte kausale Relevanz mithin auch graphentheoretisch definierbar: Ein Faktor  $A$  ist genau dann indirekt kausal relevant für einen Faktor  $C$ , wenn im entsprechenden Kausalgraphen, der ebenenweise mittels  $MT_d$  aufgebaut worden ist, eine Pfadverbindung existiert von  $A$  nach  $C$ .

 ÜBUNG: Kausalketten

## 2.3 LEERE REGULARITÄTEN

### 2.3.1 KAUSALE REGULARITÄTEN



*Pfadverbindung:* Eine Pfadverbindung in einem Graphen  $G$  ist eine Reihe  $R$  von Knoten  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ ,  $n \geq 3$ , in  $G$  derart, dass für jedes  $i$ ,  $1 \leq i < n$ , gilt:  $Z_i$  und  $Z_{i+1}$  sind durch eine von  $Z_i$  nach  $Z_{i+1}$  ausgerichtete Kante verbunden.

*Indirekte kausale Relevanz und Kausalgraphen:* Ein Faktor  $A$  ist genau dann indirekt kausal relevant für einen Faktor  $C$ , wenn  $A$  und  $C$  Knoten eines mittels  $MT_d$  aufgebauten Kausalgraphen  $G$  sind und in  $G$  eine Pfadverbindung besteht von  $A$  nach  $C$ .

Der Begriff der *Regularität*<sup>17</sup> ist von zentraler Bedeutung für die mit INUS-Bedingungen und Minimalen Theorien operierenden Kausaltheorien. Unter einer Regularität versteht man ein konditionales Abhängigkeitsverhältnis zwischen zwei oder mehr Typen von Ereignissen bzw. eine wahre Aussage der Form „Wenn das Faktorenbündel  $AX$  auftritt, wird der Typ  $B$  instantiiert“.

*Regularität:* Eine Regularität ist ein konditionales Abhängigkeitsverhältnis zwischen zwei oder mehr Typen von Ereignissen bzw. eine wahre Aussage der Form „Wenn das Faktorenbündel  $AX$  auftritt, wird der Typ  $B$  instantiiert“.

Vom Bestehen einer Regularität zwischen Ereignistypen kann, wie sich mittlerweile verschiedentlich gezeigt hat, nicht direkt auf eine kausale Beziehung zwischen den betreffenden Typen von Ereignissen geschlossen werden. Auf die Frage, wann Regularitäten kausal interpretierbar sind, werden im Rahmen von NSB und MT jeweils andere Antworten gegeben. Eine Aussage wie „Immer wenn das Bündel  $AX$  auftritt, wird auch der Typ  $B$  instantiiert“ soll auf der Basis von INUS-Bedingungen genau dann kausal gedeutet werden, wenn  $AX$  aus INUS-Bedingungen von  $B$  besteht bzw. selbst eine hinreichende oder notwendige Bedingung von  $B$  ist. Im Fall von Minimalen Theorien ist ein solcher Satz dann kausal interpretierbar, wenn das Bündel  $AX$  in der Minimalen Theorie von  $B$  enthalten oder durch eine Pfadverbindung mit  $B$  verbunden ist. Eine kausal interpretierbare Regularität nennt man eine *kausale Regularität*. Kausale Regularitäten haben die in Kapitel IV, Abschnitt 2.5 eingeführte logische Form (IK).

*Kausale Regularität:* Eine kausale Regularität ist eine kausal interpretierbare Regularität der Form (IK).

<sup>17</sup>Vgl. Kapitel IV, Abschnitt 12.

## 2.3.2 LEERE REGULARITÄTEN

Eine Konditionalaussage wird wahr, wenn ihr Antezedens falsch ist – ganz egal, welchen Wahrheitswert das Konsequens annimmt. Dieselben Wahrheitsbedingungen gelten auch für Regularitätsaussagen, zumal es sich dabei um Konditionale handelt. Die folgende Regularität ist damit wahr:

(r) Wenn eine Hexe ein Lied singt, wachsen einem Menschen Flügel.

(r) hat die Form von (IK) und es ist durchaus ein Doppelkonditional nach dem Muster einer Minimalen Theorie konstruierbar, so dass der Faktor ‚Hexengesang‘ ( $H$ ) darin als Teil einer minimal hinreichenden Bedingung des Faktors ‚Flügelwuchs beim Menschen‘ ( $W$ ) figuriert:

$$(HX_1 \vee Y) \Rightarrow W. \quad (X)$$

Dieses Doppelkonditional ist wahr, vorausgesetzt die Variable  $Y$  läuft über weitere minimal hinreichende Bedingungen, die alle gleich wie  $HX_1$  mindestens einen Faktor enthalten, der keine Instanzen hat – z.B. ‚Luftsprung eines Centaurs‘ oder ‚Skiausflug von Pegasus‘. Denn unter diesen Voraussetzungen sind sowohl Antezedens wie Konsequens von (X) falsch und folglich das Doppelkonditional als Ganzes wahr. Damit drängt sich natürlich die Frage auf, ob (X) sinnvollerweise als Minimale Theorie bzw. (r) als kausale Regularität interpretiert werden kann.

Minimale Theorien und kausale Regularitäten modellieren Kausalzusammenhänge, die zwischen Ereignistypen bzw. deren Instanzen in der Welt bestehen. In dieser Modellierung liegt denn auch die theoretische Absicht begründet, welche die Einführung Minimaler Theorien und des Konzeptes kausaler Regularitäten angeleitet hat. Zwischen zwei singulären Ereignissen besteht genau dann ein Ursache-Wirkungsverhältnis, wenn sie eine kausale Regularität instantiieren. Aber weder (r) noch (X) werden von irgendwelchen Ereignissen in der Welt instantiiert. Damit sind sie für die Analyse von Kausalzusammenhängen und mithin für die im vorliegenden Kontext verfolgten Zwecke bedeutungs- und funktionslos. Man kann zwischen nie instantiierten Faktoren beliebige (doppel)konditionale Abhängigkeiten behaupten, ohne damit etwas Falsches zu sagen. Doch über die Welt spricht man in diesem Fall nicht, und schon gar nicht über kausale Zusammenhänge in der Welt.

Minimale Theorien machen ganz bestimmte Existenzvoraussetzungen, die das Prinzip der Relevanz explizit macht.<sup>18</sup> Damit eine minimal hinreichende Bedingung eines Faktors in dessen Minimaler Theorie Aufnahme findet, muss sie ihre Relevanz mindestens in einer Situation bei Abwesenheit sämtlicher anderer hinreichender Bedingungen unter Beweis stellen. Ein Doppelkonditional, das wie (X) nie instantiiert wird, ist zwar eine wahre Aussage, aber *keine* Minimale Theorie. Damit fällt auch (r) als kausale Regularität ausser Betracht.

<sup>18</sup>Vgl. Kapitel III, Abschnitt 4.3.

Nie instantiierte Regularitäten wie (r) nennt man auch *leere Regularitäten*.<sup>19</sup> Regularitäten sind genau dann leer, wenn ihr Antezedens aus nie instantiierten Bedingungen besteht.

*Leere Regularität:* Eine leere Regularität ist ein Konditional, dessen Antezedens aus nie instantiierten Bedingungen besteht.

Leere Regularitäten sind *keine* kausalen Regularitäten.

### 3 EREIGNISIDENTITÄT

Die primären Relata der Kausalrelation sind nach einem regularitätstheoretischen Verständnis des Ursache-Wirkungsverhältnisses nicht singuläre Ereignisse, sondern Typen von Ereignissen. Ereignistypen sind in Kapitel II bestimmt worden als Eigenschaften, die mehrere singuläre Ereignisse gemeinsam haben. In diesem Sinn definieren Ereignistypen Klassen von singulären Ereignissen. Der basale kausaltheoretische Begriff ist denn auch nicht derjenige der Verursachung, sondern, wie wir gesehen haben, kausale Relevanz. Ein zwischen zwei Ereignissen *a* und *b* bestehendes Verursachungsverhältnis leitet sich aus der kausalen Relevanz des Typs *A* für den Typ *B* ab.

Doch obwohl Ereignisse nicht INUS-Bedingungen sind oder in Minimalen Theorien auftreten, kommt auch eine Regularitätstheorie der Kausalität nicht umhin, sich Klarheit darüber zu verschaffen, was Ereignisse sind oder wie ein Ereignis individuiert und von anderen Ereignissen unterschieden werden kann. Der Grund für die Unausweichlichkeit einer Klärung des Ereignisbegriffs liegt auf der Hand. Die Anwendung des Begriffs kausaler Relevanz auf reale Kausalprozesse in der Welt gelingt nur, wenn man weiss, was für Entitäten als Instanzen von Ereignistypen und damit als Elemente der durch letztere definierten Klassen in Frage kommen. Eine Theorie der Kausalität kann sich nicht damit begnügen festzulegen, unter welchen Umständen der eine Faktor kausal relevant ist für den anderen. Sie muss sich auch damit beschäftigen, wann ein Ereignis ein anderes verursacht.

In Kapitel II sind die Kriterien für Ereignisidentität Davidsons und Kims vorgestellt und deren Schwachstellen diskutiert worden. Als Alternative haben wir anschliessend folgendes Kriterium für Ereignisidentität vorgeschlagen: Ereignisse sind genau dann identisch, wenn ihnen in denselben Kausalzusammenhängen dieselbe kausale Funktion zukommt und sie an derselben Lokalität in Raum und Zeit

<sup>19</sup> Leere Regularitäten sind im Rahmen der philosophischen Auseinandersetzung mit der Frage nach der Naturgesetzlichkeit ein heftig debattiertes Thema (vgl. z.B. Popper (1994 (1934)), neuer Anhang X, oder Kneale (1961) oder Armstrong (1983), Kapitel 2, 5, 8, oder van Fraassen (1989), Kapitel 5).

stattfinden.<sup>20</sup> Ereignisse werden also mitunter aufgrund ihrer Funktion in kausalen Zusammenhängen individuiert. Sie sind nicht etwas unabhängig von Kausalprozessen Gegebenes. Wir unterscheiden zwischen dem Drehen einer Kugel und deren gleichzeitigem Erwärmen, weil Drehbewegungen und Erwärmungsvorgänge Glieder unterschiedlicher Kausalketten sind. Andererseits identifizieren wir die Absetzung Eduard Schewardnadses als Präsident Georgiens mit der Absetzung des 2. demokratisch gewählten Präsidenten Georgiens, der Absetzung des Amtsnachfolgers von Swiad Gamsachurdia sowie der Absetzung des 1990 zurückgetretenen sowjetischen Aussenministers als Präsident Georgiens, weil diese Beschreibungen nicht auf Vorgänge Bezug nehmen, die in divergierende Kausalprozesse eingebunden sind. Ursachen und Wirkungen der Absetzung des 2. demokratisch gewählten Präsidenten Georgiens stimmen mit den Ursachen und Wirkungen der Absetzung des Amtsnachfolgers von Swiad Gamsachurdia überein. Wir können die Begebenheiten, die sich am 23. November 2003 in Tiflis zugetragen haben, zwar verschiedenartig beschreiben, doch es besteht kein Grund, die Referenten dieser Beschreibungen nicht zu identifizieren. Denn die Vorgänge vom 23. November 2003 sind kausal erklärbar und ihre Wirkungen bestimmbar unabhängig davon, ob man sie als ‚Absetzung des 2. demokratisch gewählten Präsidenten Georgiens‘ oder als ‚Absetzung des Amtsnachfolgers von Swiad Gamsachurdia‘ bezeichnet. Hätte die Absetzung des 2. demokratisch gewählten Präsidenten Georgiens hingegen andere kausale Prozesse ausgelöst als die Absetzung des Amtsnachfolgers von Swiad Gamsachurdia – sagen wir, der erstgenannte Vorgang hätte Swiad Gamsachurdia um die Macht in Georgien gebracht und der zweite Eduard Schewardnadse – so würde mit gutem Grund zwischen den Referenten der beiden Beschreibungen unterschieden.

Ereignisse zeichnen sich dadurch aus, in Kausalprozesse eingebunden zu sein. Gemäss dem Kausalitätsprinzip hat jedes Ereignis eine Ursache.<sup>21</sup> Die Kausalrelation ist nicht nur basal für die Bestimmung der Zeitrichtung<sup>22</sup>, sondern darüber hinaus auch für die Bestimmung von Ereignisidentität. Dieses Identitätskriterium soll nun vor dem Hintergrund Minimaler Theorien spezifiziert werden.

Die Schwierigkeit, mit der Davidsons Kriterium für Ereignisidentität belastet ist, liegt darin, dass es einen infiniten Regress auslöst.<sup>23</sup> Um nach Davidsonscher Manier zu entscheiden, ob zwei Ereignisbeschreibungen wie „*a* findet statt“ und „*b* findet statt“ das Stattfinden desselben Ereignisses vermerken, muss Klarheit herrschen über die Ursachen und Wirkungen der Referenten von „*a*“ und „*b*“. Ursachen und Wirkungen versteht Davidson jedoch ihrerseits als Ereignisse, über deren Identität man sich wiederum mit Hilfe seines Kriteriums verständigen muss usw. Die Gefahr eines Regresses oder definitorischen Zirkels ist denn auch tatsäch-

<sup>20</sup>Vgl. Kapitel II, Abschnitt 2.2.

<sup>21</sup>Vgl. Kapitel III, Abschnitt 4.2.

<sup>22</sup>Vgl. Kapitel V, Abschnitt 3.5.

<sup>23</sup>Vgl. Kapitel II, Abschnitt 2.2.

lich die Hauptschwierigkeit, die eine Rückführung von Ereignisidentität auf kausale Abhängigkeiten behindert. Verursachungsverhältnisse bestehen nur zwischen Ereignissen, Ereignisse jedoch individuieren wir – so Davidsons und auch unser Vorschlag – über ihre kausale Funktion. Der Ereignis- und der Verursachungsbegriff sind aufs Engste ineinander verwoben. Es liegt deshalb auf der Hand, dass der Versuch, den einen vorauszusetzen um den anderen zu definieren, unweigerlich in einen Zirkel oder Regress führt.

Minimale Theorien bieten jedoch die Möglichkeit, diese Gefahr zu umgehen. Sie definieren nicht nur kausale Relevanz und daraus abgeleitet Verursachung zwischen Ereignissen, Minimale Theorien legen *zugleich* fest, was Ereignisse sind, oder genauer, sie definieren neben kausaler Relevanz auch Klassen von Ereignissen. Vor diesem Hintergrund lassen sich über deren räumliche und zeitliche Lokalität anschließend einzelne Elemente solcher Ereignisklassen herausgreifen, d.h. einzelne singuläre Ereignisse individuieren. Man entgeht also der Gefahr, bei der Festlegung von Ereignisidentität über die Kausalrelation in einen definitorischen Zirkel oder Regress zu geraten, indem man die beiden Begriffe nicht gestaffelt, sondern im selben Zug, gemeinsam definiert. Minimale Theorien versetzen uns in die Lage, dies zu tun. Betrachten wir diese hier vorläufig bloss skizzierte definitorische Stossrichtung im Detail.

Ausgangspunkt bilden zunächst nicht kausal und damit nicht als Minimale Theorien interpretierte Bikonditionale der Form:

$$\exists x(\mathcal{A}x \& \Phi x \vee \Psi x) \leftrightarrow \exists y \mathcal{B}y, \quad (\text{XI})$$

abgekürzt mit

$$(\mathcal{A}\Phi \vee \Psi) \leftrightarrow \mathcal{B}. \quad (\text{XII})$$

Der Ausdruck (XII) unterscheidet sich von einer Minimalen Theorie in dreierlei Hinsicht. Zum Ersten stehen die Grossbuchstaben  $\mathcal{A}$  und  $\mathcal{B}$  anders als im Fall Minimaler Theorien nicht für Ereignistypen und mithin nicht primär für Eigenschaften, die Klassen singulärer Ereignisse definieren, sondern für Eigenschaften, die Klassen beliebiger – konkreter oder abstrakter – Gegenstände festlegen. Wir nennen  $\mathcal{A}$  und  $\mathcal{B}$  deshalb allgemein *Gegenstandstypen*. Gegenstandstypen sind Eigenschaften, die Klassen von Gegenständen definieren, welche die einen jeweiligen Typ charakterisierenden Eigenschaften teilen. Man kann Gegenstandstypen auch einfach als Prädikate oder Aussagefunktionen begreifen.

*Gegenstandstyp:* Gegenstandstypen sind Eigenschaften, die Klassen von Gegenständen definieren und bestimmen, ob ein Gegenstand in eine jeweilige Gegenstandsklasse fällt oder nicht.

Elemente der Instanzenmenge des Gegenstandstyps ‚Tisch‘ sind sämtliche Tische, zu den Elementen der Instanzenmenge von ‚Schlittschuh‘ gehören alle

Schlittschuhe, und die Instanzenmenge von ‚natürliche Zahl‘ enthält sinngemäss alle natürlichen Zahlen. Ereignistypen sind, da ihre Instanzen auf singuläre Ereignisse festgelegt sind, Spezialfälle von Gegenstandstypen.  $\mathcal{A}$  oder  $\mathcal{B}$  können also gleichermassen für Eigenschaften stehen, welche die Klassen der Tische, Schlittschuhe, Berge oder natürlichen Zahlen definieren, wie für die Eigenschaft, ein Blitzschlag zu sein. Zum Zweiten sind  $\Phi$  und  $\Psi$  in (XII) anders als  $X$  und  $Y$  in Minimalen Theorien nicht Platzhalter von Konjunktionen bzw. Disjunktionen von Ereignistypen. Vielmehr stehen sie für Konjunktionen und Disjunktionen von Gegenstandstypen.  $\Phi$  repräsentiert je eine Konjunktion von Gegenstandstypen mit einer beliebig grossen Anzahl von Konjunkten.  $\Psi$  symbolisiert eine Disjunktion von Gegenstandstypen mit einer beliebig grossen Anzahl Disjunkten derart, dass ein einzelnes Disjunkt auch aus einer Konjunktion von Gegenstandstypen bestehen kann. Der Gegenstandsbereich der Platzhalter  $\Phi$  und  $\Psi$  kann gegebenenfalls leer sein. Und zum Dritten hat eine Relevanzrelation nicht die Form eines Doppelkonditionals, sondern diejenige eines Bikonditionals der Form (XI).<sup>24</sup>

Der Ausdruck (XII) besagt, dass dann und nur dann, wenn ein Gegenstand des Typs  $\mathcal{A}$  und Gegenstände der in  $\Phi$  konjunktiv verknüpften Typen oder wenn Gegenstände der in  $\Psi$  disjunktiv verknüpften Gegenstandstypen gegeben sind, auch ein Gegenstand vom Typ  $\mathcal{B}$  gegeben ist. Analog zu Minimalen Theorien gilt für Ausdrücke nach dem Muster von (XII): Der Teilausdruck vor dem Bikonditionalpfeil entspricht einer minimal notwendigen Bedingung bestehend aus minimal hinreichenden Bedingungen des Gegenstandstyps nach dem Doppelpfeil und ein beliebiger Gegenstandstyp, der in (XII) enthalten ist, behält diese Mitgliedschaft bei jeder Erweiterung von (XII). Wir nennen Ausdrücke der Form von (XII) allgemein *Relevanztheorien*. Relevanztheorien beschreiben Relevanzrelationen zwischen den Gegenstandstypen im Antezedens und demjenigen im Konsequens. Dementsprechend besagt (XII) zunächst einmal nichts anderes, als dass der Gegenstandstyp  $\mathcal{A}$  *relevant* sei für den Gegenstandstyp  $\mathcal{B}$ .

Ein Beispiel für eine Relevanztheorie ergibt sich etwa, indem man für  $\mathcal{A}$  den Gegenstandstyp ‚Zahl mit Quersumme 9‘ und bei leeren  $\Phi$  und  $\Psi$  für  $\mathcal{B}$  den Gegenstandstyp ‚durch 9 teilbare Zahl‘ einsetzt: Genau dann, wenn eine Zahl mit Quersumme 9 gegeben ist, ist eine durch 9 teilbare Zahl gegeben. Die Quersumme 9 zu haben, ist in diesem Sinn relevant dafür, dass eine Zahl zu den Vielfachen von 9 gehört. Ein anderes Beispiel für eine Relevanztheorie resultiert, wenn für  $\mathcal{A}$  der Gegenstandstyp ‚Tisch‘, für  $\Psi$  eine Disjunktion der Gegenstandstypen ‚Stuhl‘, ‚Schrank‘, ‚Kommode‘ usw. und bei leerem  $\Phi$  für  $\mathcal{B}$  der Gegenstandstyp ‚Möbel‘ eingesetzt wird: Dann und nur dann, wenn entweder ein Tisch, Stuhl, Schrank, ... oder eine Kommode gegeben ist, ist ein Möbel gegeben.

Mit der Einführung des Begriffs der Relevanztheorie scheint zunächst für die Individuierung von Ereignissen nichts gewonnen zu sein. Minimale Theorien sind

<sup>24</sup>Vgl. zum Unterschied zwischen Bi- und Doppelkonditional Kapitel IV und V.

*Relevanztheorie:* Eine Relevanztheorie ist ein Bikonditional der Form

$$(\mathcal{A}\Phi \vee \Psi) \leftrightarrow \mathcal{B},$$

wobei  $\mathcal{A}$  und  $\mathcal{B}$  Gegenstandstypen,  $\Phi$  Platzhalter für Konjunktionen von Gegenstandstypen mit  $0 \leq n \leq \infty$  Konjunkten und  $\Psi$  Platzhalter für Disjunktionen von (Konjunktionen von) Gegenstandstypen mit  $0 \leq n \leq \infty$  Disjunkten sind, und ferner gilt:

- (1a)  $\mathcal{A}\Phi$  und die Disjunkte im Bereich von  $\Psi$  sind minimal hinreichende Bedingungen von  $\mathcal{B}$ .
- (b)  $(\mathcal{A}\Phi \vee \Psi)$  ist eine minimal notwendige Bedingung von  $\mathcal{B}$ .
- (c) Ein beliebiger Gegenstandstyp, der in einer Relevanztheorie enthalten ist, behält diese Mitgliedschaft bei jeder Erweiterung besagter Relevanztheorie.

Spezialfälle von Relevanztheorien. Das Merkmal, das sie von anderen Relevanztheorien unterscheidet, ist der Umstand, dass in ihnen eine ganz spezifische Art von Gegenstandstypen enthalten ist: Ereignistypen. Von diesen wissen wir bereits, dass sie Klassen von singulären Ereignissen definieren. Gelänge es folglich aus der Menge der Relevanztheorien die Minimalen Theorien herauszugreifen, wäre man im Hinblick auf die Bestimmung dessen, was Ereignisse sind, einen grossen Schritt weiter.

Nun könnte man natürlich in der Menge der Relevanztheorien die Teilmenge der Minimalen Theorien bilden, indem man jene spezifische Art von Gegenstandstypen Minimaler Theorien als Kriterium wählt, das zwischen einer Relevanztheorie, die keine Minimale Theorie ist, und einer Minimalen Theorie unterscheidet. Minimale Theorien wären demnach solche Relevanztheorien, deren Gegenstandstypen Ereignistypen sind. Damit allerdings wäre für eine Klärung des Ereignisbegriffs nichts geleistet. Denn, dass sich Minimale Theorien durch Ereignistypen von anderen Relevanztheorien unterscheiden, heisst nichts anderes, als dass es sich bei Minimalen Theorien um diejenigen Relevanztheorien handelt, die etwas über Klassen singulärer Ereignisse aussagen. Man müsste folglich zur Identifikation einer Minimalen Theorie bereits wissen, was Ereignisse sind und welches deren Identitätskriterium ist. Gerade dies soll aber auf der Basis Minimaler Theorien entwickelt werden.

Minimale Theorien müssen also auf andere Weise aus der Menge der Relevanztheorien herausgegriffen werden. Betrachten wir zu diesem Zweck zunächst noch einmal die folgende Relevanztheorie:

$$\exists x(x \text{ ist ein Tisch} \vee x \text{ ist ein Stuhl} \vee \dots) \leftrightarrow \exists y(y \text{ ist ein Möbel}),$$

oder formal:

$$(\mathcal{A} \vee \mathcal{C} \vee \Psi) \leftrightarrow \mathcal{B}, \quad (\text{XIII})$$

wobei  $\Psi$  für eine Disjunktion steht, in der sämtliche weiteren Typen von Möbelstücken als Disjunkte auftreten. Das Bikonditional (XIII) ist wahr, weil die Instanzenmengen der Gegenstandstypen im Antezedens von (XIII) Teilmengen der Instanzenmenge von  $\mathcal{B}$  sind und jede Instanz von  $\mathcal{B}$  mindestens einen der vor dem Bikonditionalpfeil aufgeführten Gegenstandstypen instantiiert. Für (XIII) gilt mithin:

$$\begin{aligned} \{x \mid x \text{ ist Instanz von } \mathcal{A}\} &\subset \{y \mid y \text{ ist Instanz von } \mathcal{B}\} \quad \text{sowie} \\ \{x \mid x \text{ ist Instanz von } \mathcal{C}\} &\subset \{y \mid y \text{ ist Instanz von } \mathcal{B}\}. \end{aligned}$$

Einem anderen einfachen Beispiel einer Relevanztheorie sind wir ebenfalls bereits begegnet:

$$\exists x(x \text{ ist ein Zahl mit Quersumme } 9) \leftrightarrow \exists y(y \text{ ist eine durch } 9 \text{ teilbare Zahl}),$$

oder formal:

$$\mathcal{D} \leftrightarrow \mathcal{E}. \quad (\text{XIV})$$

In (XIV) sind die Gegenstandsbereiche der in Relevanztheorien optionalen Platzhalter  $\Phi$  und  $\Psi$  leer. In (XIV) besteht eine noch stärkere mengentheoretische Abhängigkeit zwischen den Instanzenmengen der Gegenstandstypen  $\mathcal{D}$  und  $\mathcal{E}$  als im Fall von (XIII):

$$\{x \mid x \text{ ist Instanz von } \mathcal{D}\} = \{y \mid y \text{ ist Instanz von } \mathcal{E}\}.$$

Betrachten wir nun eine gängige Minimale Theorie:

$$(HX_1 \vee Y) \Rightarrow K. \quad (\text{XV})$$

$H$  stehe für ‚Blitzschlag‘ und  $K$  für ‚brennender Heustall‘. Die Instanzenmengen von  $H$  und  $K$  stehen nicht in einem Teilmengenverhältnis zueinander. Es gilt:

$$\{x \mid x \text{ ist Instanz von } H\} \cap \{y \mid y \text{ ist Instanz von } K\} = \emptyset.$$

Was für (XV) der Fall ist, gilt für sämtliche Minimalen Theorien. Ereignistypen, die im Antezedens Minimaler Theorien enthalten sind, und solche, die in deren Konsequens auftreten, sind Gegenstandstypen mit *distinkten* Instanzenmengen. Ein Ereignis  $a$  ist stets verschieden von einem von ihm verursachten Ereignis  $b$ . Dementsprechend haben Faktoren, die in Minimalen Theorien als Ursachen bzw. Wirkungen figurieren, keine gemeinsamen Instanzen.



Eine Minimale Theorie gilt nicht, weil eine mengentheoretische Abhängigkeit zwischen den Instanzenmengen von Ursachen- und Wirkungstypen vorliegt, und mithin nicht aus Gründen der Logik oder Semantik, sondern weil in der Welt die von ihr behaupteten Regularitäten zwischen distinkten Faktoren tatsächlich bestehen. Minimale Theorien machen Aussagen über die Welt und sind wahr, wenn die in ihnen enthaltenen Ereignistypen faktisch immer in entsprechender Weise korreliert auftreten. Sie bringen nicht Bedeutungswahrheiten zum Ausdruck, die ausschliesslich aufgrund definitorischer oder logischer Konventionen wahr sind.

Dies ist das gesuchte Merkmal, das Minimale Theorien von anderen Relevanztheorien abgrenzt. Stehen die Instanzenmengen von Gegenstandstypen, die in einer Relevanztheorie auf verschiedenen Seiten des Bikonditionalpfeils auftreten, nicht in einem mengentheoretischen Abhängigkeitsverhältnis bzw. ist ihre Schnittmenge leer, so handelt es sich bei der fraglichen Relevanztheorie um eine Minimale Theorie und bei den in ihr enthaltenen Gegenstandstypen um Ereignistypen.

*Minimale Theorie:* Eine Relevanztheorie der Form

$$(\mathcal{A}\Phi \vee \Psi) \leftrightarrow \mathcal{B},$$

ist eine Minimale Theorie genau dann, wenn gilt:

(2a)  $\mathcal{A} \cap \mathcal{B} = \emptyset$

- (b) Für beliebige als Bündel in der Konjunktion  $\Phi$  oder der Disjunktion  $\Psi$  enthaltene Gegenstandstypen  $\mathcal{X}$  gilt ebenfalls  $\mathcal{X} \cap \mathcal{B} = \emptyset$ .

*Ereignistyp:* Ein Gegenstandstyp ist genau dann ein Ereignistyp, wenn er in einer Minimalen Theorie auftritt.

Man könnte auch sagen, bei Relevanztheorien, die im Sinn von (2ab) einen Unterscheidungsraster über die Gegenstandstypen der Welt legen, handelt es sich um Minimale Theorien. Sie definieren nicht nur kausale Relevanz, sondern darüber hinaus auch Mengen von singulären Ereignissen und legen ferner fest, dass Gegenstandstypen, die Ursachen und Wirkungen sind, distinkte Instanzenmengen haben. Relevanztheorien, für die (2ab) gilt, werden nur von Mengen singulärer Ereignisse erfüllt und sind folglich Minimale Theorien.

Über den Umweg via Relevanztheorien ist es also gelungen, distinkte Mengen von singulären Ereignissen zu definieren. Damit sind wir auf dem Weg zu einem Identitätskriterium für Ereignisse einen entscheidenden Schritt weiter. Denn in diesen distinkten Ereignismengen können nun einzelne Elemente über ihre Lokalität in Raum und Zeit individuiert werden. Der Ort von Ereignissen in Raum und

Zeit hat zwar, wie in Kapitel II gezeigt, unscharfe Grenzen, doch eine ungefähre Lokalisierung der Elemente einer Ereignismenge genügt für deren Individuation. Jetzt kann unser in Kapitel II umgangssprachlich formulierter Vorschlag für ein Identitätskriterium für Ereignisse präzisiert werden:

*Ereignisidentität (EI')*: Die Ereignisse  $a$  und  $b$  sind vor dem Hintergrund der Menge  $M$  sämtlicher gültiger Minimaler Theorien  $\{MT_1, MT_2, MT_3, \dots, MT_n\}$  genau dann identisch, wenn die folgenden zwei Bedingungen erfüllt sind:

- (3a)  $a$  instantiiert einen beliebigen in  $MT_i \in M$  enthaltenen Ereignistyp  $X$  genau dann, wenn  $b$   $X$  instantiiert.
- (b)  $a$  und  $b$  finden an derselben Lokalität in Raum und Zeit statt.

EI' vermeidet die Schwierigkeiten, die mit Davidsons Kriterium für Ereignisidentität verbunden sind. Denn EI' setzt weder den Begriff kausaler Relevanz voraus, um damit Ereignisse zu individuieren, noch umgekehrt ein Identitätskriterium für Ereignisse oder Ereignistypen, um damit kausale Relevanz zu definieren. Indem wir in der Menge der Relevanztheorien die Teilmenge der Minimalen Theorien bilden, ohne dazu kausale Relevanz oder Ereignisidentität vorauszusetzen, entgehen wir der Regress- oder Zirkelgefahr. Gleichzeitig ist EI' anders als etwa Kims Ereignisbegriff nicht allzu feinkörnig.<sup>25</sup> Bei der Absetzung des 2. demokratisch gewählten Präsidenten Georgiens – nennen wir dieses Ereignis  $a$  – und der Absetzung des Amtsnachfolgers von Swiad Gamsachurdia – Ereignis  $b$  – handelt es sich gemäss EI' um ein und dasselbe Ereignis. Denn  $a$  instantiiert einen Faktor, etwa 'Absetzung eines georgischen Präsidenten', in einer gültigen Minimalen Theorie  $MT_i$  genau dann, wenn  $b$  diesen Faktor ebenfalls instantiiert. Zusätzlich haben  $a$  und  $b$  denselben Ort in Raum und Zeit – sie finden beide am 23. November 2003 in Tiflis statt. Mit EI' wird also die Anzahl in der Welt stattfindender Ereignisse nicht kontraintuitiv aufgebläht. Ereignisse, die in einem kausalen Prozess, in dem sie auftreten, keinen relevanten Unterschied machen, sind nicht unterscheidbar und mithin identisch.

<sup>25</sup>Vgl. hierzu Kapitel II, Abschnitt 2.2, S. 34.