

**REGULARITÄTEN:** *Wirkungen sind regelmäßig eintretende Folgen ihrer Ursachen*

**WAHRSCHEINLICHKEITEN:** *Ursachen erhöhen die Wahrscheinlichkeit ihrer Wirkungen*

**KONTRAFAKTISCHE KONDITIONALE:**  
*Hätte die Ursache nicht stattgefunden, so wäre auch die Wirkung nicht eingetreten*

**PROZESSE:** *Ursachen übertragen physikalische Erhaltungsgrößen auf ihre Wirkungen entlang kontinuierlicher raumzeitlicher Wege*

**INTERVENTIONEN:** *Würde durch eine Intervention der Wert von X (Ursache) verändert, so würde sich auch der Wert von Y (Wirkung) verändern*

„We may define a cause to be an object followed by another, and where all the objects, similar to the first, are followed by objects similar to the second.

Or, in other words, where, if the first object had not been, the second never had existed” (Hume 1748, section VII).

# Probabilistische Kausalität

A verursacht B  $\leftrightarrow$  für die bedingte Wahrscheinlichkeit  $P(B/A)$  gilt:

(1)  $P(B/A) > P(B/\text{nicht } A)$

(2) Es existiert kein Abschirmfaktor C mit  $P(B/A \text{ und } C) = P(B/C)$ .

A=Rauchen

B=Herzinfarkt

C=Sport treiben

$P(B/A) < P(B/\text{nicht } A)$ ,

aber:

$P(B/A \text{ und } C) > P(B/\text{nicht } A \text{ und } C)$

und

$P(B/A \text{ und nicht } C) > P(B/\text{nicht } A \text{ und nicht } C)$

## Kontrafaktisches Konditional

Lewis (1973):  $A \Box \rightarrow C$  ist wahr in der aktualen Welt genau dann wenn (i) irgendeine A-Welt, in der C gilt, näher an der aktualen Welt ist als alle A-Welten, in denen C nicht gilt, oder wenn (ii) es keine möglichen A-Welten gibt.

$$X_2 = a X_1$$

 $X_2$ 

$$X_3 = b X_1$$

 $X_1$  $X_4$ 

$$X_4 = c X_2 + d X_3$$

 $X_3$ 

Dazu äquivalente Darstellung:

...

...

$$X_4 = (ca+db) X_1$$

mit verschiedener Aussage über direkte Verursachungen!

## Bedingungen an Interventionen

- (1) Die Intervention  $I$  verursacht  $X_2$ .
- (2)  $I$  hat keinen Einfluss auf Variable außer jenen, die auf dem direkten kausalen Pfad von  $X_2$  nach  $X_4$  liegen.
- (3)  $I$  ist probabilistisch unabhängig von jeder anderen Variablen, die kausal relevant für  $X_4$  ist (z.B.  $X_1$ ).
- (4)  $I$  verändert nicht die Beziehungen zwischen  $X_4$  und seinen Ursachen außerhalb des direkten kausalen Pfades.
- (5)  $I$  setzt jeden Einfluss der Eltern von  $X_2$  außer Kraft ( $I$  annulliert die erste Gleichung des Gleichungssystems).
- (6)  $I$  ändert nicht die kausalen Beziehungen zwischen  $X_2$  und  $X_4$  (*Invarianz-Forderung*).

## Gemeinsame Ursachen

$$S = a A$$

$$B = b A$$

$S$



$A$



$B$

## Modularität

System S

$$Y = aX$$

$$Z = bX + cY$$

System S\*

$$Y = aX$$

$$Z = dX$$

$$d = b + ac$$

Wenn S modular ist, ist S\* nicht modular:

Setzt man in S:  $Y = y$  ( $a = 0$ ) und ist S modular, so bleibt  $Z = bX + cY$  erhalten.

Aber in S\* bleibt dann  $Z = dX$  nicht erhalten, weil die Änderung in a eine Änderung in d hervorruft.

„Causes make their effects happen.

That is more than, and different from, mere association. But it need not be one single different thing. One factor can contribute to the production of another in a great variety of ways. There are standing conditions, auxiliary conditions, precipitating conditions, agents, interventions”

(Cartwright 1999: Causal Diversity and the Markov Condition, *Synthese* 121: 3-27, p.18).

„One of the central ideas of the interventionist account is a „Galilean“ idea about the function of experiments: one can learn about the causal structure of a complex system by disrupting some parts of it while leaving other parts intact; by taking the system apart, trying to understand whatever principles govern its components, taken in isolation, and then understanding the overall behavior of the system as the result of the principles governing these individual components“

(Woodward: Invariance, Modularity, and All That: Cartwright on Causation).

# Literatur

*Ernest Sosa/Michael Tooley* (eds.): Causation,  
Oxford University Press: Oxford 1993

*Wolfgang Spohn/Marion Ledwig/Michael Esfeld*  
(eds.): Current Issues in Causation, Mentis:  
Paderborn 2001

*Judea Pearl*: Causation. Models, Reasoning, and  
Inference, Cambridge University Press: Cambridge  
2000

*Nancy Cartwright*: Nature's Capacities and their  
Measurement

*Nancy Cartwright*: Causation: One World; Many  
Things. Research Paper 2002

*James Woodward*: Invariance, Modularity, and all  
That: Cartwright on Causation.