ERFAHRUNG
UND DENKEN

Schriften zur Förderung
der Beziehungen zwischen
Philosophie und
Einzelwissenschaften

Band 75

Kausalität Determinismus und Zufall in der wissenschaftlichen Naturbeschreibung

Von Dr. Günter Koch

DUNCKER & HUMBLOT / BERLIN

GÜNTER KOCH

Kausalität, Determinismus und Zufall in der wissenschaftlichen Naturbeschreibung

ERFAHRUNG UND DENKEN

Schriften zur Förderung der Beziehungen zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften

---

Band 75

Kausalität Determinismus und Zufall in der wissenschaftlichen Naturbeschreibung

Von

Dr. Günter Koch

Duncker & Humblot · Berlin

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Koch, Günter:
Kausalität, Determinismus und Zufall in der wissenschaftlichen Naturbeschreibung / von Günter Koch. – Berlin: Duncker und Humblot, 1994
(Erfahrung und Denken ; Bd. 75)
Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 1992
ISBN 3-428-08058-0
NE: GT

D 188

Alle Rechte vorbehalten
© 1994 Duncker & Humblot GmbH, Berlin
Fotoprint: Color-Druck Dorfi GmbH, Berlin
Printed in Germany

ISSN 0425-1806
ISBN 3-428-08058-0

Vorwort

Die Ausgangsidee zu diesem Buch entstand etwa 1985 in einem Seminar von Prof. Dr. Lorenz Krüger, der damals an der Freien Universität Berlin lehrte. Durch seine umfassende Kenntnis des Problemkreises um Kausalität und Determinismus und seine Fähigkeit, historische Diskussionslinien nachvollziehbar darzustellen, regte er viele damalige Studenten, darunter auch mich, zu eigenem Nachdenken über das Thema an.

Herr Privatdozent Dr. David Pearce hat diese Arbeit als Dissertation akzeptiert, betreut und begleitet. Er gab mir unzählige wertvolle Hinweise zu Inhalt und Arbeitstechnik, eröffnete durch seine weltweiten Kontakte auch mir Diskussionsmöglichkeiten mit vielen Wissenschaftlern. Er stand mir mit fachlichem und freundschaftlichem Rat zur Seite, wann immer ich ihn darum bat. Ich schulde ihm für seine Unterstützung mehr Dank, als ich hier in Worte fassen kann. Für die Fehler in diesem Buch bin ich aber natürlich selbst verantwortlich.

Dem Privatgelehrten Herrn Sebastian Kiefer danke ich für viele Diskussionen und Streitgespräche, die meine Vorstellungen oftmals konkretisiert oder korrigiert haben. Frau Marianne Starck und Frau Dagmar Kleinsorge-Hartung danke ich für ihre Bemühungen um die orthographischen Belange dieses Buches.

Die vorliegende Arbeit wurde als Dissertation am Fachbereich Philosophie und Sozialwissenschaften I der Freien Universität verfaßt. Sie wurde in den Jahren 1988 - 1989 durch ein Stipendium nach dem Gesetz zur Förderung des wissenschaftlichen und künstlerischen Nachwuchses unterstützt und damit erst ermöglicht. Mein Dank gilt daher nicht zuletzt der Ständigen Kommission zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Günter Koch

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung 11

II. Kausalität, Teil 1: Zugänge und Abwege 20

1. Einleitung 20
2. Russells Kritik an der Berechtigung des Begriffes "Kausalität" 21
   a) Das Argument gegen direkte Ursachen 22
   b) Die Negation kausaler Notwendigkeit 25
   c) Die Behauptung der Überflüssigkeit des Kausalitätsbegriffes 27
3. Akteure und Szenarios des kausalen Schauspiels 28
4. Ursachen und Randbedingungen 36
5. Gibt es singuläre Ursachen? oder: Der Fall Ducasse 39
6. Einzelfall und Regularität 43
7. Zusammenfassung 45

III. Kausalität, Teil 2: Explikationsversuche 46

1. Einleitung 46
2. Regularitätstheoretische Kriterien für Ursachen 47
3. Kontrafaktische Kausalanalyse 50
4. Ursachen als INUS-Bedingungen 56
5. Probabilistische Kausalität 58
6. Ein Phantombild der Kausalität 62

IV. Facetten des Determinismus 68

1. Einleitung 68
2. Kausaler Determinismus 70
3. Prädestination 72
4. Psychologischer Determinismus 77

5. Nomischer Determinismus 78
6. Kausalität und Gesetzlichkeit 82

V. Determinismus in der Praxis 85

1. Einleitung 85
2. Entwicklungsformen 86
3. Das Klassische Ideal 88
4. Zeitinvarianz und Entropieerzeugung 89
5. Rekonstruierbarkeit 90
6. Vorhersagbarkeit 91
7. Komplexität 94
8. Konsequenzen 96
9. Ein zweiter Blick auf das INUS-Konzept 100

VI. Der Zufall 101

1. Einleitung 101
2. Annäherung an den Zufall 101
3. Koinzidenz 106
4. Herrschaftsbereiche des Zufalls 107
5. Zufallsfolgen 112
6. Die Folgen echten Zufalls 116
7. Drei Stufen zum absoluten Zufall 119
8. Komplexität und Kausalität 124
9. Der Status des algorithmischen Zufallskriteriums 125
10. Das Verhältnis von Zufall, Kausalität und Determinismus 128

VII. Ein Drei-Ebenen-Modell des Determinismus 132

1. Einleitung 132
2. Drei erkenntnistheoretische Ebenen 135
3. Konzeptueller Determinismus 137
4. Epistemischer Determinismus 139
5. Ontischer Determinismus und sein Nachweis 142

a) Das genetische Kriterium 144
b) Das komparative Kriterium 145
c) Das komplexitätstheoretische Kriterium 146
6. Determinismus und Indeterminismus in wissenschaftlichen Theorien. 150
7. Determinismus als methodisches Prinzip 153
8. Zusammenfassung 155

VIII. Das deterministische Chaos 158
1. Einleitung 158
2. Das Vielkörper-Problem 159
3. Kausalität und Chaos 163
4. Naturbeschreibung durch iterierte Funktionen 164
5. Chaotische Vorgänge 166
6. Analyse des Chaos 170
7. Ist die Chaos-Theorie deterministisch? 174
8. Unterstützt die Chaos-Theorie den Determinismus? 176

IX. Indeterminismus in der Quantenphysik 180
1. Einleitung 180
2. Die Doppelnatur der Elementarteilchen 182
3. Die Interpretation des quantenmechanischen Zustandes 184
4. Die Kopenhagener Interpretation 187
5. Die neoklassische Interpretation 193
6. Der Klassische Realismus und das Lokalitätsprinzip 195
7. Der Realismus und das Problem der Messung 199
8. Skizze einer neorealistischen Interpretation 201
9. Mögliche realistische und deterministische Lösungen 204
10. Der pseudopositivistische Fehlschluß 207

Literatur 212

Register 218

I. Einleitung

Herrscht in der Natur Determinismus oder nicht? Gibt es echten Zufall, gar Wunder, oder ist alles Geschehen durch zureichende Ursachen vollständig bestimmt? Trotz aller Anstrengungen, die die Philosophen im Laufe der Jahrhunderte unternommen haben, gibt es bislang keine allgemein akzeptierten Antworten auf diese Fragen. Immer noch und immer wieder verspüren Philosophen, aber auch Wissenschaftler anderer Fachrichtungen aus ganz unterschiedlichen Gründen das Bedürfnis nach erneuter Auseinandersetzung mit diesen alten Problemen. Auch die vorliegende Arbeit versteht sich als ein solcher Versuch.

Kausalität, *Determinismus* und *Zufall* sind Begriffe, die sich letztlich auf die Grundstruktur des Weltgeschehens beziehen. Sie, aber mehr noch ihre Abkömmlinge und Verwandten, wie *Ursache*, *Glück*, *Schicksal*, *Vorherbestimmung*, *Verantwortlichkeit* und *Gerechtigkeit* durchsetzen die Alltagssprache und bilden wesentliche Strukturelemente unseres Lebens. Wir gehen selbstverständlich und in der Regel kompetent mit diesen Ausdrücken um. Wir*wissen*, welche Bedeutung sie haben. Bei vielen philosophischen Themen scheint das selbstverständliche Wissen um Dinge jedoch von dem Augenblick an zu schwinden, wo man beginnt, sie genauer in Augenschein zu nehmen. So ist es auch hier. Die Unsicherheit beginnt bereits bei der Frage, ob Kausalität nicht schlichtweg überflüssig sei. Der Mathematiker und Philosoph Betrand Russell behauptete anfang des Jahrhunderts, Kausalität sei wie die Monarchie ein Überbleibsel überholter Vorstellungen, das nur deshalb noch existiere, weil man irrtümlicherweise annehme, es richte keinen Schaden an. Durch die Auseinandersetzung mit Russells fundamentaler Kritik an "The Notion of Cause" im ersten Teil von Kapitel II. soll deutlich werden, daß Kausalität auch in der modernen Wissenschaft ihren Platz hat und nicht, wie von Russell, dem Physiker Ernst Mach und anderen gefordert, durch den Begriff der *Funktion* ersetzt werden kann.

Wenn man auf die Vorstellungen von Ursache und Wirkung nicht verzichten will, dann stellt sich die Frage, *was* sie denn eigentlich bezeichnen. Sind Ursachen *Gegenstände* oder *Beziehungen*, *Bedingungen* oder *Sachverhalte*, *Einzel-*

fälle oder *Klassen von Ereignissen*? Soll oder muß man sich letztendlich immer auf elementare physikalische Vorgänge beziehen und alle komplexeren Beschreibungsarten auf Ereignisse solcher Art zurückführen bzw. *reduzieren*? Oder ist gerade das ein verfehlter Ansatz, weil Beschreibungen immer an ganz bestimmte Komplexitätsniveaus und begriffliche Szenarios gebunden sind und nicht mehr passen, wenn man auf ein anderes Niveau oder in einen anderen Theorierahmen überwechselt? Und sind Vorgänge überhaupt erschöpfend erfaßt durch natürliche, innerweltliche Ursachen, die natürliche, innerweltliche Wirkungen hervorrufen, oder gibt es originär verschiedene z.B. natürliche und sogenannte übernatürliche Handlungsebenen, die sich überlagern und miteinander wechselwirken?

Erst wenn klar ist, was unter den Bezeichnungen *Ursache*, *Wirkung* und *Gesetzmäßigkeit* zu verstehen ist, kann man sich, so glaube ich, mit Aussicht auf Erfolg der Frage nähern, ob die Vorgänge in der Welt allesamt streng und eindeutig bestimmt sind, oder ob es auch zufällige, spontane Ereignisse gibt. Im zweiten Teil von Kapitel II. wird es daher ausgehend von einem Alltagsverständnis der Kausalität zunächst darum gehen, die Gegenstände des Diskurses herauszuarbeiten, d.h. Konventionen über die Beschaffenheit der Handlungsträger physikalischer Ereignisse zu formulieren. Im Rahmen dieser Arbeit werden wir davon ausgehen, daß es nur innerweltliche Handlungsträger, nur *natürliche* Ursachen und Wirkungen gibt. Die heute häufig auf spirituellem Hintergrund und ohne Beteiligung der *professionellen* Philosophie geführten Diskussionen, ob es der normalen, sinnlichen Erfahrung entzogene oder über sie hinausgehende Wirklichkeiten geben kann oder sogar muß, sind kompliziert und darüber hinaus für unser Vorhaben fruchtlos.

Unsere Überlegungen werden sich auf dem Boden eines nichtreduktiven moderaten Physikalismus bewegen, der besagt, daß zwei Dinge oder Ereignisse, die sich in ihren physikalischen Eigenschaften nicht unterscheiden, auch nicht hinsichtlich anderer Eigenschaften differieren können. (Vgl.: Kapitel II. Abschnitt 3.) In Kapitel II. soll begründet werden, warum das Denken in Ursache-Wirkung-Beziehungen eine unabdingbare Kategorie menschlichen Erkennens ist, und warum Kausalität nicht durch den Begriff der Funktion ersetzt werden kann. Funktionen bzw. Gesetzmäßigkeiten *und* Ursachen sind vielmehr gleichermaßen notwendige Ingredienzen auch der modernen wissenschaftlichen Naturbeschreibung und stehen für zwei Teilaspekte der gleichen Sache.

Kausalität hat für die Einzelwissenschaften wie für die Philosophie eine gleichermaßen große Bedeutung, doch gibt es Unterschiede in der Perspektive. Während es in den Einzelwissenschaften darum geht, die Ursache-Wirkung-Relation in konkreten (Klassen von) Fällen und zwischen konkreten (Klassen von) Objekten festzustellen bzw. zu postulieren, geht es der Philosophie um die Klärung des Begriffes selbst. Manche philosophischen Autoren hegen darüber hinaus die Hoffnung, eine strenge *Definition* der Kausalität geben zu können. Im Kapitel III. werden wir einige solcher Versuche betrachten. Eine wichtige Theorielinie versucht, Verursachung als eine spezielle logische Relation zu kennzeichnen. Die bekanntesten Ansätze dieser Art verstehen Ursachen als in irgendeiner näheren Bestimmung notwendige oder hinreichende Bedingungen für das Zustandekommen der Wirkung, als Spezialfälle eines allgemeinen Gesetzes oder als Förderer der Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer bestimmten Wirkung.

Die Diskussion dieser Versuche wird uns am Ende von Kapitel III. zu einer Sammlung von Merkmalen führen, die eng mit Kausalität verbunden sind. Der dort aufgelistete Katalog ist aber keineswegs gleichbedeutend mit einer *Definition* oder *Explikation* des Begriffes. Die Ergebnisse des Kapitels deuten vielmehr darauf hin, daß definitorische Bemühungen in bezug auf Kausalität letztlich immer vergeblich bleiben müssen, weil Kausalität so grundlegend und allgegenwärtig ist, daß sie nicht aus der jeweiligen Explikation herausgehalten werden kann. Kausalität ist als inhaltlicher Bestandteil immer schon in den Formulierungen enthalten, durch die sie doch eigentlich erst definiert werden soll. Dieses Enthalten-Sein ist manchmal nicht auf den ersten Blick erkennbar. Es wird aber sichtbar, wenn man gewisse zentrale Bestandteile von Kausalitätstheorien (z.B. die regularitätstheoretische *ceteris-paribus-Klausel* oder die von David Lewis kreierte *komparative Gesamtähnlichkeit* zwischen möglichen Welten), die sich in ihrer Funktion ähneln, genauer unter die Lupe nimmt. Dann tritt zutage, daß diese Ausdrücke ein Wissen um Kausalität bereits voraussetzen, mithin also genau das, was durch sie eigentlich erst expliziert werden soll.

Ähnlich grundlegend wie Kausalität ist der Determinismus, dessen Erfassung noch dadurch kompliziert wird, daß er vielfach in einem engen Zusammenhang zu ethischen und religiösen Fragen gesehen wird. In Kapitel IV. werden wir innerhalb der Begriffsfamilie des Determinismus jene Spielart abgrenzen, die für unseren Zusammenhang wichtig ist. Dabei gelangen wir, indem wir die in den Kapiteln II. und III. behandelten Grundaspekte der Kausalität - Ursache, Wirkung und Gesetzlichkeit - benutzen, zu einer Reihe von Lesarten des De-