

# Inhalt

Anne Jacob Kox Einleitung . . . . .	15
-------------------------------------	----

## DAS KAUSALGESETZ UND SEINE GRENZEN

Vorwort . . . . .	23
-------------------	----

### I

#### Die Gefahren der Sinnlosigkeit bei Sätzen von großer Allgemeinheit

1. Das Instrument »Wissenschaft« und seine Handhabung . . . . .	29
2. Formeln sind keine Aussagen über die wirkliche Welt . . . . .	31
3. Nur tautologische oder Wirklichkeitssätze sind wahr oder falsch . . . . .	32
4. Ein einzelner allgemeiner Satz ist weder wahr noch falsch . . . . .	33
5. Es gibt keine Philosophie außerhalb der Fachwissenschaften . . . . .	34
6. Sinnlose Fragestellungen . . . . .	36
7. Die sogenannte philosophische Neutralität der Wissenschaft . . . . .	38
8. Der Kampf gegen die Philosophie in Sowjetrußland . . . . .	40
9. Gleiten allgemeiner Sätze ins Tautologische . . . . .	42
10. Wie erkennt man Wirklichkeitssätze? . . . . .	43
11. Der Satz »Eine gerade Linie kehrt nie in sich zurück« . . . . .	44
12. Das Trägheitsgesetz als Tautologie . . . . .	46
13. Das Trägheitsgesetz als Wirklichkeitssatz . . . . .	47
14. »Die Vorausbestimmtheit der Zukunft« als Sinn des Kausalgesetzes . . . . .	48
15. Der Satz »Alles ist vorherbestimmt« als tautologischer und als Wirklichkeitssatz . . . . .	49
16. »Existenz einer Weltformel« als Sinn des Kausalgesetzes . . . . .	50
17. Der Konventionalismus und seine Bedeutung . . . . .	51

18. Die Auffassung der Wissenschaft durch H. Dingler . . .	53
19. Schwierigkeiten bei der Feststellung reiner Tautologien . . . . .	56

II

Die schärfste Formulierung des Kausalgesetzes:  
Laplaces Forderung einer Weltformel

1. Inhalt der Laplaceschen Forderung . . . . .	59
2. Die Rolle der übermenschlichen Intelligenz in der Laplaceschen Formulierung . . . . .	61
3. Was sagt die Laplacesche Forderung über die wirkliche Welt aus? . . . . .	61
4. Was bedeutet die »Lage« eines Massenpunktes? . . . . .	62
5. Laplaces Hypothese und Newtonsche Mechanik . . . . .	64
6. Sinn der Laplaceschen Forderung für eine menschliche Intelligenz . . . . .	66
7. Die Astronomie als Idealfall . . . . .	67
8. Endlich ausgedehnte Körper paßten nie in das Laplacesche Schema . . . . .	68
9. Einführung kontinuierlicher Medien statt der Massenpunkte . . . . .	69
10. Die Mechanik der Kontinua kennt keine Kausalität im Laplaceschen Sinne . . . . .	70
11. Die Mechanik der Kontinua führt notwendig zur statistischen Auffassung . . . . .	72
12. Laplacesche Forderung und Elektrizitätstheorie . . . . .	72
13. Kausalität und Äther . . . . .	74
14. Einführung allgemeinerer Bewegungsgesetze als der Newtonschen . . . . .	75
15. Vorausbestimmtheit durch den Zustand während einer endlichen Zeit . . . . .	76
16. Durch Einführung des Feldes an Stelle der Körper verliert das Kausalgesetz seine Einfachheit . . . . .	77
17. Die Feldphysik und die okkulten Qualitäten . . . . .	77
18. Der wissenschaftliche Sinn der Feldphysik . . . . .	78
19. Das Kausalgesetz der Feldphysik ist viel unbestimmter als das Laplacesche . . . . .	79
20. Wie kann das Kausalgesetz in der Feldphysik präzisiert werden? . . . . .	81

III  
Kausalitätsfeindliche Strömungen

1. Die Quellen der antikausalen Strömungen . . . . .	83
2. Die erste »Lockerung« des Kausalgesetzes in der Physik . . . . .	85
3. Die energetische Naturauffassung . . . . .	86
4. Rettungsversuch der mechanischen Kausalität durch den Gedanken der Statistik . . . . .	89
5. In der statistischen Auffassung liegt aber schon ein Abrücken von der Laplaceschen Kausalität . . . . .	90
6. Der Maxwellsche Dämon . . . . .	91
7. Stimmen von Physikern gegen die Allgemeingültigkeit der mechanischen Kausalität . . . . .	92
8. Antikausale Auffassung in der Quantenmechanik . . .	94
9. Kausalität und Wunderglauben . . . . .	96
10. Die »Durchbrechung« der Naturgesetze . . . . .	97
11. Eine historische Bemerkung . . . . .	99
12. »Lücken« in den Naturgesetzen . . . . .	100
13. »Lücken« durch den Unterschied zwischen mathemati- schen Punkten und beobachtbaren Raumstellen . . . .	101
14. Über die Benutzung der Lücken in der mechanischen Gesetzmäßigkeit . . . . .	103
15. Beim Wunder muß das Eingreifen in die Lücken planmäßig sein . . . . .	104
16. Zweckbetrachtungen anstatt kausaler Auffassungen . .	105
17. Die Richtung des Fortschrittes in der Geschichte der Naturwissenschaften . . . . .	107
18. Der Charakter der Gesetzmäßigkeiten in Physik und Biologie ist derselbe . . . . .	108
19. Gründliches und oberflächliches Erfassen des Naturgeschehens . . . . .	109
20. »Verstehende« Wissenschaften im Gegensatz zu bloß »ordnenden« . . . . .	111
21. Die Natur arbeitet möglichst sparsam . . . . .	114
22. Der wissenschaftliche Sinn des Prinzips der kleinsten Wirkung . . . . .	114
23. Strebungen und Tendenzen als Bestandteile biologischer Theorien . . . . .	116
24. Psychologie höherer Wesen als Grundlage der Biologie	119

1. Das Zeitalter der Aufklärung und die Zweckursachen	121
2. Sind »Kausalität« und »Finalität« Kennzeichnungen der wirklichen Welt?	122
3. Erklärungen durch »Zweckstreben« sind immer oberflächlich	123
4. Die bloße Annahme der »Existenz eines Planes« ist sinnlos	124
5. »Bestimmtheit der Gegenwart durch die Zukunft« in der Mechanik	127
6. Auch der »gegenwärtige« Zustand ist eigentlich der Zustand in mehreren Zeitpunkten	128
7. Auch beim lebendigen Organismus ist die bloße Behauptung der »Zielstrebigkeit« sinnlos	129
8. Nur Zwecke, die ein lebendiges Wesen anstrebt, sind sinnvoll	130
9. Auch in der Geschichtswissenschaft ist die Einführung von Zwecken, die niemand bezweckt, etwas sehr Oberflächliches	131
10. Die »Autonomie« der Lebenserscheinungen wird oft unbesehen hingenommen	132
11. Ein Beweis von H. Driesch für die Autonomie der Lebenserscheinungen	133
12. Bedenken gegen den Beweis	135
13. Driesch will die Unvereinbarkeit der Lebensvorgänge mit der Newtonschen Mechanik beweisen	137
14. Versuch, die Behauptung des Vitalismus als Beschreibung eines beobachtbaren Tatbestandes zu formulieren	139
15. Ein anderer Beweis von Driesch: die Analyse der menschlichen Handlungen	141
16. Bedenken gegen den Beweis	142
17. Positive Formulierungen des Vitalismus führen zum Spiritismus	144
18. Der Vitalismus ist im strengen Sinn keine wissenschaftliche Theorie	146
19. Versuche, den Vitalismus »positivistisch« zu formulieren	147

20. Dialektischer Materialismus und Vitalismus . . . . .	150
21. Der Kampf gegen die »Mechanisten« in Sowjet- rußland . . . . .	153
22. Welche Aussagen über die wirklichen Vorgänge enthält der dialektische Materialismus? . . . . .	155
23. Biologen als Gegner von Vitalismus und Teleologie . . .	157
24. Was bedeuten die Aussagen der »Ganzheits- philosophie«? . . . . .	159
25. Der Vitalismus in der Biologie und die finalistischen Auffassungen in der Physik . . . . .	162
26. Finalismus und Quantentheorie . . . . .	163

v

✓ Physikalische Gesetzmäßigkeit  
und Kausalität

1. Vorgänge ohne Energieänderung sollen keine mechani- sche Ursache brauchen . . . . .	170
2. Die Rolle des Energiesatzes darf nicht übertrieben wer- den . . . . .	171
3. Gibt es eine besondere Energieform für die Lebensvor- gänge? . . . . .	174
4. Worin besteht die besondere Rolle des Energie- satzes? . . . . .	175
5. Sind Ursache und Wirkung vertauschbar? . . . . .	176
6. Die kausale Form physikalischer Gesetze . . . . .	179
7. Die Störungen der Planetenbahnen als Beispiel . . . . .	181
8. »Freie« und »erzwungene« Bewegungen in der Mechanik . . . . .	182
9. »Freie« und »erzwungene« menschliche Handlungen . .	183
10. Die Frage der »Freiheit« der menschlichen Handlun- gen hat nichts mit der des Determinismus zu tun . . . . .	184
11. Für die Welt als Ganzes verliert das Wort »frei« seinen Sinn . . . . .	186
12. Die Einteilung menschlicher Handlungen in »freie« und »erzwungene« ist eine naturwissenschaftliche und bildet keine Brücke zur Metaphysik . . . . .	187

VI  
Kausalität und Zufall

1. Ein Ereignis kann nur in bezug auf ein bestimmtes kausales Gesetz »Zufall« heißen . . . . .	190
2. »Zufälligkeit eines Ereignisses« sagt etwas Negatives aus . . . . .	191
3. Das Glücksspiel und der positive Zufallsbegriff . . . . .	192
4. Jede physikalische Versuchsreihe ist Ergebnis eines Glücksspiels . . . . .	195
5. Die Hypothese des Determinismus . . . . .	196

VII  
Kausalität und Quantenmechanik

1. Der Determinismus und die Laplacesche Welt-auffassung . . . . .	197
2. Der Determinismus verlangt exakte Zahlenwerte für die Zustandsgrößen . . . . .	198
3. Atomistische Auffassung und Determinismus . . . . .	199
4. Der Determinismus war nie restlos durchgeführt . . . . .	201
5. Die Bohrsche Atomtheorie und der Determinismus . . . . .	202
6. Der Satz: »Was im Kleinen gilt, gilt auch im Großen« . . . . .	203
7. Der Determinismus bei den feinsten Vorgängen . . . . .	205
8. Bruch zwischen der Mechanik im Großen und im Kleinen . . . . .	207
9. Die beliebig genaue Messung aller Zustandsgrößen ist prinzipiell unmöglich . . . . .	208
10. Die Heisenbergschen Unschärfebeziehungen . . . . .	210
11. Die Unmöglichkeit, aus den Versuchsbedingungen des Einzelversuchs dessen Ergebnis vorherzusagen . . . . .	212
12. Von der klassischen Mechanik zur neuen »Wellen«mechanik . . . . .	214
13. Wellenoptik und Unschärfebeziehungen . . . . .	216
14. Materiewellen und Unschärfebeziehungen . . . . .	219
15. Es gibt kein Scheibenschießen mit beliebig kleinen Massenteilchen . . . . .	222
16. Die Aussagen der Wellenmechanik . . . . .	224
17. Wellenmechanik und Laplacescher Geist . . . . .	226
18. Die Vorhersage der Zukunft in der Wellenmechanik . . . . .	227

19. Die Verwendung der Wellenmechanik zur Überwindung der kausal-mechanischen Weltauffassung . . . . .	229
20. Die Wellenmechanik bringt kein »irrationales« Element in die Naturauffassung . . . . .	231
21. Die Wellenmechanik und die »Lücken« in der mechanischen Kausalität . . . . .	233
22. Wellenmechanik und »Willensfreiheit« . . . . .	235

VIII

Kausalität, Zufall oder Plan  
in der Weltentwicklung?

1. Gesetzmäßigkeit in verschiedenen Zustandsgrößen bedeutet etwas Verschiedenes . . . . .	238
2. Eine Eigenschaft der soziologischen und historischen Gesetze . . . . .	240
3. Die Rolle von Kausalität und Zufall in der materialistischen Geschichtsauffassung . . . . .	241
4. Die Zustandsänderungen in einem Gase als Beispiel . . . . .	243
5. Die verschiedene Wahrscheinlichkeit der einzelnen Zustände . . . . .	246
6. Die Wahrscheinlichkeit verschiedener Dichteverteilungen in einem Gase . . . . .	248
7. Die »Nichtumkehrbarkeit« der Naturvorgänge . . . . .	250
8. Zustandswahrscheinlichkeit und Entropie . . . . .	252
9. Die »Unwahrscheinlichkeit« regelmäßiger Figuren . . . . .	254
10. Die Entstehung der Organismen durch »Zufall« soll »unendlich unwahrscheinlich« sein . . . . .	255
11. Das Zeitalter der Aufklärung und die Frage von der Entstehung der Ilias durch Zufall . . . . .	256
12. Die »Wahrscheinlichkeit« einer Entstehung der Organismen durch Zufall ist ganz undefiniert . . . . .	258
13. Aus der Ablehnung des Zufalls folgt aber nicht die Existenz einer Planmäßigkeit . . . . .	260

IX

Schwierigkeiten bei der Formulierung  
eines allgemeinen Kausalgesetzes

1. Vorläufige Übersicht über einige Schwierigkeiten . . . . .	263
2. Formulierungen mit Hilfe der Wiederkehr gleicher Zustände . . . . .	265

3. Teilweise Kreisprozesse . . . . .	266
4. »Wiederkehr eines Zustandes« kann sehr Verschiedenes bedeuten . . . . .	268
5. Je nach der Auffassung von der »Wiederkehr« hat die kausale Vorhersage der Zukunft einen ganz verschiede- nen Charakter . . . . .	270
6. Anwendung auf Individual- und Sozialpsychologie . . .	271
7. Vorhersage auf Grund der Wiederkehr eines Zustandes und auf Grund von Gesetzen . . . . .	273
8. Das Kausalgesetz als Behauptung der Existenz von Gesetzen . . . . .	274
9. Das Kausalgesetz wird leicht zu einer Tautologie . . . .	275
10. Wie ist der Kausalsatz als Wirklichkeitssatz zu erhalten? . . . . .	276
11. Poincaré, Kant und Lenin . . . . .	277
12. Die Zuordnung der zahlenmäßig bestimmten Zustandsgrößen zu den Beobachtungen bereitet Schwierigkeiten . . . . .	279
13. Die üblichen Zuordnungsregeln versagen bei den feinsten Vorgängen . . . . .	281
14. Erst durch Angabe der Zuordnungsregeln wird der Satz »auf A folgt jedesmal B« zu einem Wirklichkeits- satz . . . . .	282
15. Die besprochenen Schwierigkeiten sind keine überflüs- sigen Spitzfindigkeiten . . . . .	283
16. Die Aussage, daß die »wahren« Zustandsgrößen dem Kausalgesetz gehorchen, ist kein Wirklichkeitssatz . . .	284
17. Trotz aller dieser Schwierigkeiten wenden wir das Kausalgesetz im Leben mit Erfolg an . . . . .	286

X

Von der sogenannten wahren Welt

1. »Wirklich« und »scheinbar« . . . . .	288
2. Was bedeutet »wirklich« und »scheinbar« in der Physik? . . . . .	289
3. »Wahre« und »scheinbare« Masse, »wahre« und »scheinbare« Kraft . . . . .	290
4. Die »wahre«, »wirkliche« Welt in der Physik . . . . .	292



5. Der Sinn einer »wahren« Welt außerhalb der Erlebnisse . . . . .	293
6. Versuche, die »wahre« Welt mit Hilfe von Erlebnissen zu definieren . . . . .	294
7. Die »wahre« Welt als Grenze, der die wissenschaftlichen Theorien zustreben . . . . .	296
8. Eine Konvergenz der physikalischen Theorien gegen eine Grenze ist nicht zu bemerken . . . . .	297
9. Die physikalischen Theorien und die »wahre« Welt . . .	299
10. Die neue Quantenmechanik und die »wahre« Welt . . .	301
11. Die Begründer der Quantenmechanik und die »wahre« Welt . . . . .	303
12. Die »Philosophie« will über die »wahre« Welt etwas aussagen . . . . .	305
13. Ernst Mach als Gegner des Begriffes »wahre Welt« . . .	306
14. Der Kampf Lenins und seiner philosophischen Schüler gegen den »Machismus« . . . . .	308
15. In der Weigerung, von einer »wahren« Welt zu sprechen, liegt nichts Skeptisches . . . . .	310
16. Das »Ignorabimus« ist sinnlos . . . . .	311
17. Die sogenannten Grenzen der Wissenschaft . . . . .	312
18. Die Anerkennung von Grenzen der Wissenschaft bedeutet die Anerkennung von außerwissenschaftlichen Erkenntnissen . . . . .	313
19. In der Schulphilosophie sind die Reste veralteter wissenschaftlicher Theorien konserviert . . . . .	315
20. Die »Philosophie« als Verteidigerin des Volksvorurteils . . . . .	317
21. Die »Philosophie« im Kampf gegen den Fortschritt der Wissenschaft . . . . .	318
22. Die Bedeutung des Neukantianismus für eine wissenschaftliche Weltauffassung . . . . .	320

XI

Von der Gültigkeit des Kausalgesetzes

1. Im praktischen Leben vertrauen wir nie auf das allgemeine Kausalgesetz, sondern auf unsere Kenntnis über spezielle Zusammenhänge . . . . .	324
---	-----

2. Die kausale Verknüpfung der Erlebnisse ist nicht die einzig richtige, sondern nur eine von großer praktischer Bedeutung . . . . .	326
3. Auch der »allgemeine« Energiesatz wird in der wirklichen Physik nicht angewendet . . . . .	328
4. Auch die »Erhaltung« der Energie hat nicht für beliebige Vorgänge einen Sinn . . . . .	329
5. Der Energiesatz ist aber einem Wirklichkeitssatz näher als der Kausalsatz . . . . .	331
6. Die kausalen Beziehungen zwischen Erlebnissen sind nach der neuen Physik nicht prinzipiell anderer Art als nach der alten; nur die Zuordnung zum Instrument »Wissenschaft«, zu den Beziehungen zwischen den Symbolen, hat sich verschoben . . . . .	333
Anmerkungen . . . . .	335
Bibliographie der Schriften Philipp Franks . . . . .	346
Namenregister . . . . .	356