

The background of the cover is a deep space scene. In the upper left, a bright pinkish-red comet streaks across the dark sky. Below it, a large, colorful galaxy or nebula is visible, with swirling patterns of blue, white, and reddish-brown. The rest of the background is filled with numerous small, distant stars.

Reinhold Zwickler

Der einfache Bauplan der Welt und die Irrtümer der Physik

**Gleichgewicht als Ordnungsprinzip
für Natur und Menschheit**



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag



Der einfache Bauplan der Welt und die Irrtümer der Physik





Reinhold Zwickler

Der einfache Bauplan der Welt und die Irrtümer der Physik

**Gleichgewicht als Ordnungsprinzip
für Natur und Menschheit**



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen: Cuvillier, 2019

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2019

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2019

Gedruckt auf umweltfreundlichem, säurefreiem Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

ISBN 978-3-7369-7007-6

eISBN 978-3-7369-6007-7



In der Wissenschaft ist es eben oft so, besonders in Zeiten einer Krise, daß der historische Gesichtspunkt und das Studium der Originalquellen dazu behilflich sind, die Berechtigung bestimmter Wahrheiten zu hinterfragen, die als ewig gelten, weil man sich an sie gewöhnt hat, und die Haltbarkeit bestimmter Ansichten, von denen man mit der Zeit glaubt, sie seien die einzig möglichen.

G. Lochak, *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, Vol. 13, no 4, 1988, S. 423
(Übersetzung vom Verfasser)





Inhalt

Vorwort	11
A) Das heutige Mißverhältnis zwischen materiellem und geistigem Fortschritt	11
B) Der Weckruf eines Physikers	12
C) Ein Versuch zur Überwindung der Krise	12
1. Einführung	15
1.1. Lösungsmethode	15
1.2. Geschichte der Probleme	15
1.3. Geschichte der Lösungen	18
Zitate zum Verständnis von Methoden und Lösungen	20
2. Ausführliche Erklärung und Lösung des Planck'schen Problems – Literatur, Kommentare	22
I. Das Paradoxon von Max Planck zur Frage der Unterscheidung der Begriffe „Flüssigkeit“ und „Dampf“ oder „Gas“	22
II. Bisherige Lösungsvorschläge	34
Literaturverzeichnis	48
3. Manuskript „Über physikalische und philosophische Anwendungen einer Verallgemeinerung des Newtonschen Begriffsystems“ – gekürzt 2001/2002	56
1. Einführung	56
2. Algebraische Theorie des Kosmos	70
3. Das Problem eindeutiger Begriffe	94
Literatur	97
Kommentare und Auszüge aus Briefwechseln 2001–2002	100



4. Auszug aus „Entstehung und Konsequenzen einer einfachen Theorie des Kosmos“ – mit Kommentaren und Anfragen 2007/2008	104
B) Zitate zum Verständnis des Lösungsverfahrens.....	104
D) Lösung und Ergebnisse.....	107
E) Konsequenzen für Lehre, Bildung und Forschung.....	109
Literatur	112
5. Schriftwechsel mit Physikern über fragwürdige Lehrmeinungen 1971–2000.....	120
Auszüge aus Anfragen bei Prof. Dr. W. Heisenberg.....	120
Schriftwechsel mit Prof. Dr. C. F. von Weizsäcker	125
Briefe an Prof. Dr. H. -P. Dürr, Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik München.....	130
Briefwechsel mit Prof. Dr. G. Börner, Max-Planck-Institut, 85740 Garching	135
6. Manuskript „Das Geheimnis der Gravitationskonstante – warum die Allgemeine Relativitätstheorie zur Beschreibung des Kosmos nicht benötigt wird und die Physik in einer ‚echten Krise‘ steckt“ – Kurzfassung als „research note“ 2017/2018 ...	136
7. Zusammenfassungen	148
Philosophische, bildungs- und forschungspolitische Konsequenzen einer Lösung des „kosmologischen Problems“	150



Anlage..... 153

**Manuskript „Die Bedeutung des überkritischen Stoffzustands
für die Naturforschung“, Originalfassung 1971 154**

Zusammenfassung, Bemerkungen zu einer Kritik, Einführung, Differentialgleichung und Lösungen für $F_A = 0$, Experimenteller Vergleich, Stabilität bei $F_A = 0$, Literatur

**Ergänzungen und Kommentare zum Manuskript
„Die Bedeutung...“ 186**

Vorschlag von Prof. Scherzer zur Analogie „Phasengrenze – Kosmos“ ... 186

Kommentare, Briefe, Vortragsinhalte 190

**Artikel „Ziemlich finster“ (2008) und
Abstract „Gravity beyond Einstein“ (2017) 197**

Zusammenhang mit Brief der ZEIT vom 7.10.2007





Vorwort

A) Das heutige Mißverhältnis zwischen materiellem und geistigem Fortschritt

In den Jahren 1674 und 1675 veröffentlichte der französische Philosoph Nicolas Malebranche in Paris ein zweibändiges Werk mit dem Titel „Erforschung der Wahrheit“. Darin bezeichnete er den Irrtum als die „Ursache des Elends der Menschen“ und den „unglücklichen Ursprung alles Bösen in der Welt“.

Wenn man diese These auf die heutige Zeit anwendet und dabei berücksichtigt, daß das Denken und Handeln des Menschen der naturwissenschaftlich-technischen Welt weit mehr von Erkenntnissen der modernen Naturwissenschaften als von den Geboten der Religion oder Moral bestimmt wird, liegt die Vermutung nahe, daß das materialistische Denken, das unvernünftige Handeln und die Orientierungslosigkeit, die heute auf vielen Gebieten in den Ländern der wissenschaftlich-technischen Welt zu beobachten sind, die Folgen von Irrtümern der modernen Naturwissenschaft sein können. Denn da sie, besonders die Physik, eine führende Rolle spielt und ein wesentlicher Teil unserer Kultur und Zivilisation ist, müßte man eigentlich erwarten, daß ihre bewundernswerten Erkenntnisse im 20. Jahrhundert zu entsprechenden Denkfortschritten geführt hätten, das heißt zu einer höheren Stufe der Einsicht, der Vernunft und der Moral. Dies ist aber nicht eingetreten. Die physikalischen Theorien des 20. Jahrhunderts haben zwar technische Höchstleistungen und viele nützliche Anwendungen für das Leben der Menschen entstehen lassen, sie haben aber keinen geistigen Fortschritt bewirkt, der auch nur annähernd ihrem hohen Stand entsprechen würde. Vielmehr herrschen trotz einer enormen Wissensvermehrung auf allen Gebieten Unsicherheit, Zukunftsangst und krisenhafte Erscheinungen, die immer wieder Gegenstand philosophischer oder sozialwissenschaftlicher Untersuchungen sind. In jüngster Zeit verweist man auf die zunehmende Bedrohung und zum Teil schon eingetretene Zerstörung der Natur durch den naturwissenschaftlich-technischen Fortschritt, aus der G. Picht in seinem Buch „Der Begriff der Natur und seine Geschichte“ die These ableitet, daß eine Wissenschaft, die sich gegen die Natur richtet, keine wahre Naturwissenschaft sein kann. Er schreibt – Zitat – „Die Menschheit ist heute in Gefahr, durch ihre Wissenschaft von der Natur den Bereich der Natur, in dem sie lebt und der ihrem



Zugriff ausgesetzt ist, zu zerstören. Eine Erkenntnis, die sich dadurch bezeugt, daß sie das, was erkannt werden soll, vernichtet, kann nicht wahr sein. Deswegen sind wir heute gezwungen, die Wahrheit unserer Naturerkenntnis in Frage zu stellen“ (1998).

B) Der Weckruf eines Physikers

Am 4. Oktober 2007 erschien in der „Welt“ ein Interview mit dem Physiker Günther Hasinger unter der Überschrift „Die Physik steckt in einer echten Krise“. Darin wies Hasinger auf einige noch offene Fragen der Physik hin und begründete die Krise vor allem damit, daß „die Allgemeine Relativitätstheorie und die Quantenmechanik – beides vielfach belegte Theorien – an ihrer Nahtstelle nicht zusammenpassen.“ Das sei „überall da, wo eine starke Gravitationskraft auf kleinstem Raum wirkt, also etwa beim Urknall oder im Inneren schwarzer Löcher.“ Auch gibt es nach Hasinger noch keine zuverlässige Theorie, die die Entwicklung des Universums korrekt beschreiben könne.

C) Ein Versuch zur Überwindung der Krise

In diesem Buch möchte ich versuchen, die Krise der Physik damit zu erklären, daß Lösungsvorschläge aus den Jahren 1968 und 1971 für zwei noch offene Probleme von Planck und Einstein bisher noch nicht aufgegriffen und diskutiert wurden. Die Hauptgründe hierfür sind nach meiner Ansicht 1. die heutige erkenntnistheoretische Auffassung, daß die Begriffe und Erkenntnisse der Physik *nicht* „durch reines Denken“ (Planck) und „theoretische Konstruktionen“ (Einstein) gewonnen werden, sondern auf Experimenten und Beobachtungen beruhen, 2. die Auffassung, daß eine Beschreibung des Universums nur auf der Grundlage der Allgemeinen Relativitätstheorie möglich ist. Bei den noch offenen Problemen handelt es sich 1. um Plancks untauglichen Vorschlag, als Folge der Entdeckung des „kritischen Punktes“ im Jahre 1869 die Begriffe „Flüssigkeit“ und „Dampf“ oder „Gas“ fallen zu lassen – der „kritische Punkt“ ist ein für jedes Medium charakteristisches Wertepaar für Druck und Temperatur, bei dem die beobachtbare Unterscheidung zwischen „Flüssigkeit“ und „Gas“ verschwindet, 2. um Einsteins Vorschlag, zur Beschreibung des Universums anstelle der Allgemeinen Relativitätstheorie eine „rein algebraische Theorie“ zu versuchen.



Die Lösungen fand ich nach Aufklärung von Rohrschäden in modernen Dampferzeugern, die während meiner Berufszeit 1963 bis 1966 in einem Unternehmen der Kraftwerkstechnik im Zustandsgebiet oberhalb des „kritischen Punktes“ aufgetreten waren. Die Lösung des Planck'schen Problems als eine „theoretische allgemeine Phasengrenze“ und ihre Deutung als „thermodynamisches Modell des expandierenden Kosmos“ wurde von Fachzeitschriften ebenso abgelehnt wie die Beschreibung des Universums mit einer „rein algebraischen Theorie“. Als Gründe wurden ein „unkonventionelles“, „philosophisches“ Lösungsverfahren und die „Nichtverwendung“ der Allgemeinen Relativitätstheorie genannt, nicht aber Fehler in den Ergebnissen. Da es keine Vorschriften für bestimmte Lösungsverfahren gibt und in der Mikrophysik eine ähnliche Analogie mit dem Phasengleichgewicht als „siedende Urmaterie“ gefunden wurde, gehe ich weiterhin davon aus, daß die Lösungen im Sinne von Planck und Einstein richtig sind und nach Heisenberg einen „Zusammenhang“ beschreiben, der „immer schon dagewesen ist“ und als „Plan“ bezeichnet werden kann. Zweck des Buches soll daher sein

1. ein gleichermaßen naturwissenschaftlich, historisch und philosophisch interessiertes Leserpublikum mit den Lösungen bekannt zu machen,
2. das Prinzip „Gleichgewicht“ als Existenzbedingung des Universums und allgemeines Ordnungsprinzip darzustellen,
3. Irrtümer, Vorurteile und zweifelhafte Lehrmeinungen der Physik zu korrigieren,
4. die Newton'schen Gesetze als Sonderfälle der algebraischen Theorie des Kosmos bzw. die Theorie des Kosmos als Ursprung der Newtonschen Gesetze auszuweisen,
5. einen Paradigmenwechsel vom „Experimentieren“ zum „reinen Denken“ und vom „Wie“ (die Dinge beschaffen sind) zum „Warum“ (sie so und nicht anders sind) anzuregen.

In der Einführung werden zunächst die Lösungsmethode, die Geschichte der Probleme und die der Lösungen erläutert sowie Zitate zum Verständnis der Methode und der Lösungen wiedergegeben. Im Kapitel 2 wird in einer leicht gekürzten Fassung eines nicht zu Ende geführten Buchprojekts aus dem Jahre 1997 die Entstehung der ersten „überkritischen Phasengrenze“ beschrieben. Um diese Lösung auch für Leser mit nur geringen Kenntnissen in Physik und Mathematik verständlich zu machen, habe ich die Begriffe und Gesetze



der Thermodynamik auf eine für Physiker mit Sicherheit übertriebene und schulmäßige Weise derart ausführlich erklärt, daß Leser mit ausreichenden Kenntnissen der Physik die Lektüre mit Abschnitt II beginnen können.

Die Kapitel 3, 4 und 6 enthalten gekürzte Fassungen einer Auswahl der bis 2017 eingesandten Manuskripte, in denen einige Wiederholungen bereits bekannter Inhalte unvermeidlich waren.

Im Originaltext 1971 (Anlage) wird zur Herleitung des Gedankenmodells eines „kräftefreien Körpers“ der bekannte Satz „Kraft gleich Masse mal Beschleunigung“ spekulativ und „philosophisch“ umgedeutet, was mit „normaler Wissenschaft“ (Bezeichnung nach Th. S. Kuhn) nur schwer verständlich ist, jedoch auf die zur Lösung notwendigen Gleichungen (5) und (9) führt.

Schriftwechsel werden in der Regel gekürzt und mit Namen und Anschrift der Verfasser wiedergegeben. Wünschten die Verfasser oder ihnen nahestehende Personen keine Wiedergabe der Namen, wurden diese weggelassen (freie Stellen im Text). Eine längere Diskussion zur Lösungsfindung wurde ebenfalls weggelassen. Für interessierte Leser werden einige Briefe, Kommentare und Vortragsinhalte in der Anlage wiedergegeben. Von schlecht lesbaren Schriftstücken wurden Abschriften angefertigt.

Ich hoffe, daß dieses Buch zu einer Diskussion der dargestellten Lösungen mit ihren Konsequenzen und Anwendungen führt, die nach meiner Überzeugung nur zum Nutzen der Wissenschaft und der gesamten Gesellschaft sein können.

Herrn Dr.-Ing. Helmut Wiehn und Herrn Prof. Dr. Ulrich Hoyer danke ich für wertvolle Ratschläge und nützliche Diskussionen. Mein Vater (1990–1996) half mir bei umfangreichen grafischen Differentiationen, während Herr Prof. Dr. Otto Scherzer mir dankenswerterweise eine Ergänzung des Beweises der Analogie zwischen Phasengrenze und dem expandierenden Kosmos vorschlug. Mein großer Dank gilt meiner Frau Helgard und unseren Kindern Dorothee, Christoph, Georg und Maria für ihre Geduld und ihr Verständnis, die sie mir jederzeit für meine Arbeit entgegenbrachten.

Mühltal, im Dezember 2018

Reinhold Zwickler



1. Einführung

1.1. Lösungsmethode

Nach Planck und Einstein beruhen die Begriffe und Erkenntnisse der Physik nicht in erster Linie auf Experimenten und Beobachtungen, sondern auf „reinem Nachdenken“ (Planck) und solchen Experimenten und Beobachtungen, die sich erst aus einer Theorie ergeben (Einstein). Zur Lösung eines Problems nach dieser Methode bietet sich das Verfahren der Verallgemeinerung oder Erweiterung von Begriffen und Gesetzen der Physik nach **Heisenberg** an. Es besteht darin, daß die bestehenden Begriffe und Gesetze so verallgemeinert werden, daß sie als „Sonderfälle“ oder „Grenzfälle“ der verallgemeinerten Begriffe und Gesetze erscheinen oder, in umgekehrter Denkweise, daß die verallgemeinerten Begriffe und Gesetze als der Ursprung der „alten“ Begriffe und Gesetze erklärt werden können. Darüberhinaus ist es nach Heisenberg zur Lösung eines Problems zweckmäßig, bei „Adam und Eva“ anzufangen und Betrachtungen der griechischen Philosophie in alle Überlegungen einzubeziehen.

Zu den Lösungsmethoden nach **Planck** und **Einstein** gehören hypothetische Ansätze, Phantasie, Spekulation, rein gedankliche Modelle und Begriffe, die voraussetzungslos ohne jede Vorschrift angewandt werden können, wobei insbesondere der Begriff „Kraft“ nicht in der Weise als bekannt vorausgesetzt und angewandt werden muß, wie dies heute üblicherweise der Fall ist (Planck, R. W. Pohl).

1.2. Geschichte der Probleme

Im Jahre 1869 entdeckte der irische Physiker Thomas Andrews die *Kontinuität der flüssigen und gasförmigen Phasen* im Gebiet oberhalb eines für jeden Stoff charakteristischen „kritischen Punktes“, der das Ende der Phasengrenze zwischen den Zuständen „Flüssigkeit“ und „Gas“ im „unterkritischen“ Gebiet ist. Da hiermit eine *allgemeine* Verwendung der Begriffe „Flüssigkeit“ und „Gas“ nicht mehr möglich war, machte Planck 1897 anhand eines Paradoxons den Vorschlag, die „Unterscheidung zwischen Flüssigkeiten, Dämpfen und Gasen“ als „nicht mehr durchführbar“ fallen zu lassen. Dieser Vorschlag war und ist jedoch wegen des ständigen Gebrauchs dieser Begriffe für die Praxis untauglich, was mit Sicherheit auch Planck



bewußt war. Daher kann man annehmen, daß Planck seinen Vorschlag nicht aus Überzeugung, sondern aus völliger Ratlosigkeit über die Unlösbarkeit dieses Problems machte, zumal im Jahre 1897 die Möglichkeit einer Suche nach einem nicht beobachtbaren „mikrophysikalischen“ Kriterium für eine „überkritische Phasengrenze“ mit den heutigen Methoden der Quantenphysik noch nicht bestand.

Historische Entwicklung (Quellen z.T. nach H. D. Baehr „Thermodynamik“, Springer, 2. Aufl., 1966)

- 1834 Voraussage eines „kritischen Punktes“ als „sehr wahrscheinlich“ durch E. Clapeyron: „Abhandlung über die bewegende Kraft der Wärme“, übersetzt und herausgegeben von K. Schreber, Akad. Verlagsgesellschaft m.b.H. Leipzig, 1926, S. 22 – „Sur la Puissance motrice de la Chaleur“, Journal de l'École Polytechnique, Bd. 14, 1834, S. 153.
- 1854 Herleitung eines Teils der „Clausius-Clapeyron-Gleichung“ für das beobachtbare Phasengleichgewicht durch R. Clausius: „Über eine veränderte Form des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie“, Poggendorfs Annalen der Physik und Chemie, Band XCIII, No12, 1854, S. 481/506.
- 1869 Erkennen und Deutung der *Kontinuität der flüssigen und gasförmigen Phasen* durch Thomas Andrews „On the Continuity of the Gaseous and Liquid States of Matter“, Deutsche Übersetzung in Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften Nr. 132, Leipzig 1902.
- 1872 Erkennen des „kosmologischen Problems“ als ein Gleichgewichtsproblem durch Prof. Dr. Jakob Philipp Wolfers (1803-1878) mit dem Satz: „Die ungeheuren Abstände, in denen sich die Fixsterne voneinander befinden, würden allein ihr Zusammenfallen vermöge der allgemeinen Gravitation nicht verhindern können. Man muß vielmehr annehmen, daß dieses ebenso verhindert wird, wie das Zusammenfallen der Planeten mit ihrem Zentralkörper, der Trabanten mit ihren Planeten, durch eine den Fixsternen eigenthümliche fortschreitende Bewegung, welche mit jener allgemeinen Anziehung im Gleichgewicht steht.“ Kommentar zu Newtons Erklärung, warum die Fixsterne „nicht, vermöge ihrer Schwerkraft,



auf einander fallen“ in „Mathematische Principien der Naturlehre“, herausgegeben von J. Ph. Wolfers, Oppenheim, 1872, S. 657.

- 1897 Formulierung des Problems des „kritischen Punktes“ mit einem begrifflichen Paradoxon durch M. Planck und Lösungsvorschlag durch „Fallenlassen“ der Begriffe „Flüssigkeit“, „Dampf“ und „Gas“, in „Vorlesungen über Thermodynamik“, W. de Gruyter, 1964, 11. Aufl., S. 18.
- 1905 Relativitätstheorie von A. Einstein, eingesandt am 30.6.1905 (nach F. Hund: „Geschichte der physikalischen Begriffe“, B.I. Hochschultaschenbücher, Bd. 543, S. 259).
- 1916 Allgemeine Relativitätstheorie und Theorie der Gravitation von A. Einstein (nach F. Hund, S. 271: „Fertigstellung“, keine Angabe des Datums der Einsendung; nach „The Collected Papers of Albert Einstein“, Vol. 6, 1997, S. VII: Einsendung am 20. März 1916 bei „Annalen der Physik“ 49 (1916) als „Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie“).
- 1931 Zusammenstellung von Kritik der Relativitätstheorie (RTH) in „Hundert Autoren gegen Einstein“ von Hans Israel (Hrsg.), Reprint der Originalausgabe von 1931, R. Voigtländers Verlag Leipzig, 1931/austrian literature online – www.literature.at – Band 89.
- 1954 Einstein ist der Ansicht, „daß die Realität überhaupt nicht durch ein kontinuierliches Feld dargestellt werden könne“ und schlägt einen Versuch vor, „die Realität durch eine rein algebraische Theorie zu beschreiben“, in A. Einstein „Grundzüge der Relativitätstheorie“ WTB Band 58, 5. Auflage 1969, S. 163.

Die genannten Jahreszahlen geben Anlaß zur Frage, ob Wolfers Kommentar Einstein bekannt war und ob er sich in diesem Fall mehr mit dessen Problem als mit der Allgemeinen Relativitätstheorie befaßt hätte, von der er sich erst im Jahre 1954 als Grundlage zur „Beschreibung der Realität“ trennte. Es wäre eine interessante Aufgabe der Wissenschaftsgeschichte, dieser Frage einmal nachzugehen.



1.3. Geschichte der Lösungen

Die Rohrschäden oberhalb des „kritischen Punktes“ von Wasser (221 bar/374 °C) traten vor allem im Bereich einer gedachten Verlängerung der Phasengrenze über den kritischen Punkt hinaus auf. Um herauszufinden, ob dieser Bereich mehr ein „flüssiger“ oder ein „gasförmiger“ war, war es zweckmäßig, nach einer solchen Grenze zu suchen. Da ein empirisches Verfahren durch Beobachtung und Messung nicht in Frage kam, konnten nur theoretische Grundlagen der Thermodynamik angewandt werden, die zu einer Gleichung für ein „theoretisches überkritisches Phasengleichgewicht“ bis zu 1000 bar/512 °C führten („Energie“, Jahrg. 20, Nr. 7/8 (1968), S. 223/227). Eine weitere Verlängerung mußte grundsätzlich möglich sein, so daß mit Hilfe neuer Messungen der Zustandsgrößen von Wasser oberhalb von 1000 bar nach einer solchen Verlängerung auf rein mechanischer Grundlage gesucht wurde. Das Verfahren war praktisch die Anwendung des folgenden Textes aus Newtons Vorwort zu den Principia vom 8. Mai 1686 und die Verwirklichung seines Wunsches „zu neuen Versuchen und gefälliger Ergänzung“. Der Text lautet in englischer und deutscher Übersetzung:

I wish we could derive the rest of the phenomena of Nature by the same kind of reasoning from mechanical principles, for I am induced by many reasons to suspect that they may all depend upon certain forces by which the particles of bodies, by some causes hitherto unknown, are either mutually impelled towards one another, and cohere in regular figures, or are repelled and recede from one another. These forces being unknown, philosophers have hitherto attempted the search of Nature in vain; but I hope the principles here laid down will afford some light either to this or some truer method of philosophy.

I heartily beg that what I have here done may be read with forbearance; and that my labors in a subject so difficult may be examined, not so much with the view to censure, as to remedy their defects.

Is. Newton

Cambridge, Trinity College, May 8, 1686¹.

¹ Quellen: „Sir Isaac Newton’s MATHEMATICAL PRINCIPLES of Natural Philosophy and his System of the World“. Translated into English by Andrew Motte in 1729, by Florian Cajori, University of California Press, 1966, S. XVII/XVIII; „Sir Isaac Newton’s MATHEMATISCHE PRINCIPEN der NATURLEHRE“, herausgeg. von Prof. Dr. J. Ph. Wolfers, Verlag von Robert Oppenheim, Berlin, 1872, S. 2/3. Original in Latein in „Philosophiae Naturalis Principia Mathematica“, Vol. I und II, 3rd edition (1726). Assembled and edited by A. Koyré and J.B. Cohen, Cambridge University Press, 1972, S. 15/17.



Viele Beweggründe bringen mich zu der Vermuthung, dass diese Erscheinungen alle von gewissen Kräften abhängen können. Durch diese werden die Theilchen der Körper nämlich, aus noch nicht bekannten Ursachen, entweder gegeneinander getrieben und hängen alsdann als reguläre Körper zusammen, oder sie weichen von einander zurück und fliehen sich gegenseitig. Bis jetzt haben die Physiker es vergebens versucht, die Natur durch diese unbekanntten Kräfte zu erklären; ich hoffe jedoch, dass die hier aufgestellten Principien entweder über diese, oder irgend eine richtigere Verfahrensweise Licht verbreiten werden.

Möge alles mit Eifer gelesen werden, Mängel in einer so schwierigen Materie den Leser weniger zum Tadel, als zu neuen Versuchen und gefälliger Ergänzung veranlassen! Hierum bitte ich denselben recht dringend.

Cambridge, den 8. Mai 1686.

Is. Newton

Da die Verdampfung einer Flüssigkeit aus mechanischer Sicht ein Vorgang ist, bei dem sich die Teilchen der Flüssigkeit durch Wärmezufuhr gegenseitig abstoßen, während sie sich bei der Verflüssigung eines Gases durch Wärmeentzug gegenseitig anziehen, kann das Phasengleichgewicht „flüssig – gasförmig“ als ein Zustand angesehen werden, in dem weder eine abstoßende noch eine anziehende Kraft auf die Teilchen wirkt. Mit Hilfe eines Gedankenmodells für einen „kräftefreien“ Körper ergab sich auf der Grundlage neuer Zustandsgrößen des Wassers bis zu sehr hohen Drücken eine weitere Verlängerung bis 10.000 bar/786 °C.

Nach diesem Ergebnis stellte sich die Frage nach einem Körper, der nicht nur im Sinne eines Gleichgewichts abstoßender und anziehender Kräfte seiner Teilchen „kräftefrei“ ist, sondern auch von äußeren Kräften „frei“ ist. Der gesuchte Körper konnte nur das „Universum“ sein, da er sich 1. aufgrund der letzten Bedingungen in einem „leeren“ Raum von unendlicher Ausdehnung befinden muß, d.h. alles enthalten muß, was existiert, 2. in einer Fluchtbewegung seiner „Teilchen“ gemäß Wolfers Forderung befinden muß, um ein Zusammenfallen (Kontraktion) des Körpers infolge gegenseitiger Anziehung der „Teilchen“ durch Gravitation zu verhindern. Einen „leeren“ Raum von unendlicher Ausdehnung kann man sich zwar nicht vorstellen, man kann ihn aber nach Newton „denken“ (Isaac Newton „Über die Gravitation...“, Texte zu den philosophischen Grundlagen der klassischen Mechanik, übersetzt und erläutert von Gernot Böhme, Vittorio Klostermann, Frankfurt/M., 1988, S. 37/43ff.) Zur Beschreibung wurde das gleiche Gedankenmodell eines „kräftefreien“ Körpers benutzt wie zur Beschreibung des unsichtbaren „Phasenübergangs“ im überkritischen Gebiet.



Zitate zum Verständnis von Methoden und Lösungen

Planck

„Der Kraftbegriff hat sich für die Formulierung der Bewegungsgesetze als äußerst nützlich erwiesen, aber erkenntnismäßig führt er an sich nicht um einen Schritt weiter“ („Kausalgesetz und Willensfreiheit“, in „Vorträge und Erinnerungen“, S. Hirzel, Stuttgart, 1949, S. 77).

„In solchen Fällen gibt es kein anderes Mittel, um vorwärtszukommen, als einmal probeweise eine gewisse Annahme einzuführen, eine sogenannte Arbeitshypothese, und zuzusehen, wie weit man mit ihr kommt. Für die Brauchbarkeit einer solchen Hypothese ist es immer ein besonders gutes Zeichen, wenn sie sich auch auf Gebieten bewährt, auf die sie nicht von vornherein zugeschnitten war. Denn dann darf man schließen, daß der gesetzliche Zusammenhang, den sie ausspricht, eine tiefergehende Bedeutung besitzt und eine wesentlich neue Erkenntnis eröffnet... In den meisten Fällen handelt es sich dabei um die Einführung gewisser Gedankenbilder, Analogien, welche auf bekannte gesetzliche Zusammenhänge in einem anderen Gebiete hinlenken und dadurch einen weiteren Schritt nahelegen in der Richtung zu der Vereinheitlichung des physikalischen Weltbildes“ („Physikalische Gesetzlichkeit“, in „Vorträge und Erinnerungen“, S. Hirzel, Stuttgart, 1949, S. 119).

Einstein

„Die Naturwissenschaft ist nicht bloß eine Sammlung von Gesetzen, ein Katalog zusammenhangloser Fakten. Sie ist eine Schöpfung des Menschengesistes mit all den frei erfundenen Ideen und Begriffen, wie sie derartigen Gedankengebäuden eigen sind. Physikalische Theorien sind Versuche zur Ausbildung eines Weltbildes und zur Herstellung eines Zusammenhangs zwischen diesem und dem weiten Reich der sinnlichen Wahrnehmungen“ („Die Evolution der Physik“, Rowohlt, 1968, S. 193),

„Ohne den Glauben daran, daß es grundsätzlich möglich ist, die Wirklichkeit durch unsere theoretischen Konstruktionen begrreiflich zu machen, ohne den Glauben an die innere Harmonie unserer Welt, könnte es keine Naturwissenschaft geben“ S. 195,

„Ich betrachte es aber als durchaus möglich, daß die Physik nicht auf den Feldbegriff gegründet werden kann, d.h. auf kontinuierliche Gebilde. Dann bleibt von meinem ganzen Luftschloß inclusive der Gravitationstheorie *nichts* bestehen.“ (Aus Einsteins letztem Brief an M. Besso, Princeton, 10. August 1954; nach Albrecht Fölsing „Albert Einstein“, Suhrkamp, 1995, S. 824),

„Man kann gute Argumente dafür anführen, daß die Realität überhaupt nicht durch ein kontinuierliches Feld dargestellt werden könne. Aus den Quantenphänomenen scheint nämlich mit Sicherheit hervorzugehen, daß ein endliches System von endlicher Energie durch eine *endliche* Zahl von Zahlen (Quanten-Zahlen) vollständig beschrieben werden kann. Dies scheint zu einer Kontinuums-Theorie nicht zu passen und muß zu einem Versuch führen, die Realität durch eine rein algebraische Theorie zu beschreiben. Niemand sieht aber, wie die Basis einer solchen Theorie gewonnen werden