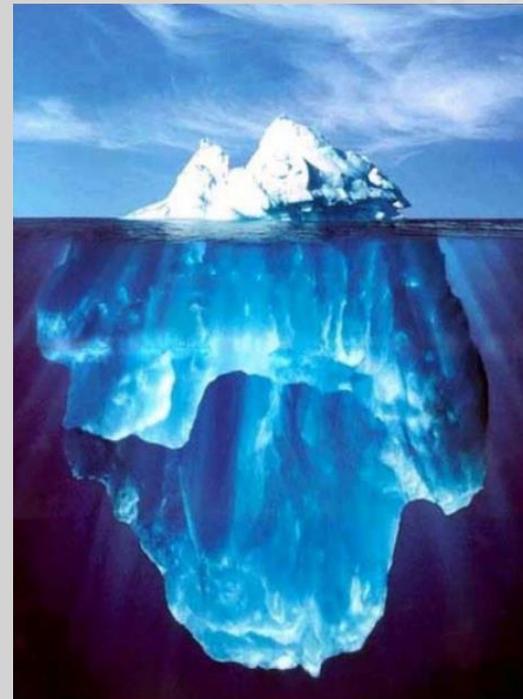


Reduktionismus und die ETP

*Oliver Passon
AG Physik und ihre Didaktik
Bergische Universität Wuppertal*



Gesetze, Theorien,
experimentelle Praxis

Guter Physikunterricht = nicht nur **von** sondern auch
über Physik

Genese und Geltung dieser
Wissensform (Geschichte,
Philosophie, Soziologie, ...)

Reduktionismus (Arbeitsdefinition)

Die Eigenschaften und das Verhalten komplexer Systeme lässt sich (im Prinzip) aus den Konstituenten und den Gesetzen, die ihre Dynamik beschreiben, herleiten („reduzieren“).

Beispiel: Chemische Zusammenhänge (etwa das PSE) können auf physikalische Gesetze zurückgeführt werden.

Motive des Forschens.

Von A. Einstein.

Rede aus Anlass des 60sten Geburtstages von M. Planck, 26. April 1918
CWAE, Volume 7: The Berlin Years: Writings, 1918-1921 Page 55ff



Höchste Aufgabe des Physikers ist also das Aufsuchen jener allgemeinsten elementaren Gesetze, aus denen durch reine Deduktion das Weltbild zu gewinnen ist.



In den 1960er Jahren wuchs (in den US) der Rechtfertigungsdruck für die hohen Kosten der Hochenergiephysik. Als Reaktion veröffentlichte Luke Yuan (Chairman of the Super High Energy Physics Committee BNL):

NATURE OF MATTER
Purposes of High Energy Physics
Edited by
LUKE C.L. YUAN
BROOKHAVEN NATIONAL LABORATORY
Associated Universities, Inc.
under contract with the
United States Atomic Energy Commission

30 kurze Beiträge von US Forschern, Auflage von 5000 Exemplaren. Das Buch wurde an politische Entscheidungsträger verteilt (Schweber 1997).

Why Build Accelerators?

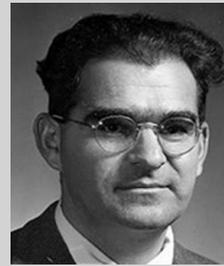
STEVEN WEINBERG
University of California, Berkeley



I believe that such questions must be answered on the assumption that nature has absolute laws** of great simplicity, from which all the sciences flow in an ordered hierarchy.

In Defense of High Energy Physics

VICTOR F. WEISSKOPF
CERN



(1908—2002)

Looking at the development of science in the Twentieth Century one can distinguish two trends, which I will call “intensive” and “extensive” research, lacking a better terminology. In short: intensive research goes for the fundamental laws, extensive research goes for the explanation of phenomena in terms of known fundamental laws. As always, distinctions of this kind are not unambiguous, but they are clear in most cases. Solid state physics, plasma physics, and perhaps also biology are extensive. High energy physics and a good part of nuclear physics are intensive.

There is today a clear danger that the alleged narrowness and the high cost of subnuclear physics will, in fact, retard its development compared to other fields at the scientific frontier. Already *The Physical Review* shows a stronger increase in the number of solid state physics papers compared to nuclear physics papers.



Soziologische/ökonomische Funktion: Sonderrolle der ETP wird mit Bezug auf reduktionistische und hierarchische Struktur der Natur erklärt.

„Extensive Forschung“ entspricht „angewandter Forschung“ und findet (nach VW) **keine** fundamentalen Gesetze.

SCIENCE

4 August 1972, Volume 177, Number 4047

More Is Different

Broken symmetry and the nature of
the hierarchical structure of science.

P. W. Anderson



Philip W. Anderson
(1923—2020)

More Is Different: Broken symmetry and the nature of the hierarchical structure of science.

[PW Anderson - Science, 1972 - science.org](#)

... We may then go on to **more** complicated molecules, such as sugar, with about 40 atoms. ...
action **more** or less in thermal equilibrium, we will find that there are not, on the average, **more** ...

☆ [Speichern](#) [Zitieren](#) [Zitiert von: 5650](#) [Ähnliche Artikel](#) [Alle 43 Versionen](#) [»](#)

The workings of our minds and bodies, and of all the animate or inanimate matter of which we have any detailed knowledge, **are assumed** to be controlled by the same set of fundamental laws, which except under certain extreme conditions we feel we know pretty well.

[T]hat if everything obeys the same fundamental laws, then the only scientists who are studying anything really fundamental are those who are working on those laws. In practice, that amounts to **some astro-physicists, some elementary particle physicists**, some logicians and other mathematicians, and few others. This point of view, which it is the main purpose of this article to oppose, is expressed in a rather well-known passage by Weiskopf (1): [...]

The main fallacy in this kind of thinking is that the reductionist hypothesis does not by any means imply a “constructionist” one: The ability to reduce everything to simple fundamental laws does not imply the ability to start from those laws and reconstruct the universe.

Heute spricht man in diesem Zusammenhang von emergenten Eigenschaften und Objekten (PWA verwendet diesen Begriff noch nicht)

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institute for Advanced Simulation

Lecture Notes of the Autumn School
Correlated Electrons 2013

Eva Pavarini, Erik Koch, and Ulrich Schollwöck (Eds.)

Emergent Phenomena in Correlated Matter

Autumn School organized by
the Forschungszentrum Jülich
and the German Research School
for Simulation Sciences

at Forschungszentrum Jülich
23 – 27 September 2013

Preface

Emergent phenomena are the hallmark of many-body systems, and yet to unravel their nature remains one of the central challenges in condensed-matter physics. In order to advance our understanding it is crucial to learn from the different manifestations of emergence as well as from the interplay of different emergent phases, such as magnetism and superconductivity.

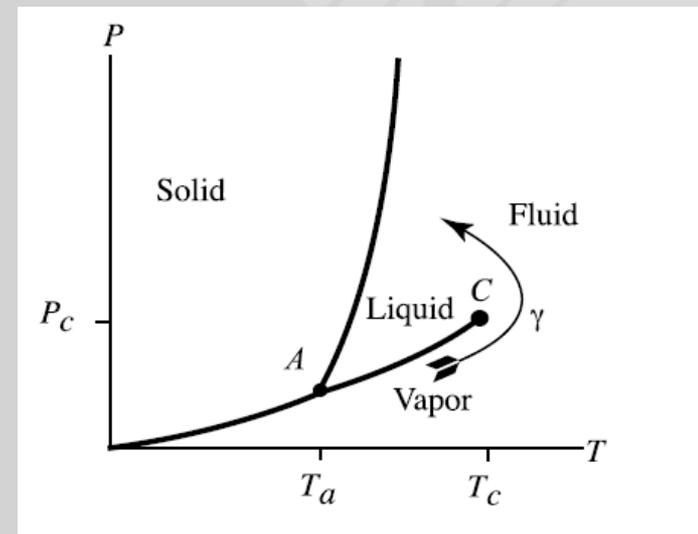
Musterbeispiel für nicht-reduzierbares Verhalten: Phasenübergänge und Symmetriebrechung (Ferro-magnetismus, Supraleitung, BEC, etc. pp.)

Diese werden durch **Singularitäten** oder **Unstetigkeiten** von charakteristischen Größen beschrieben.

In der Statistik beschreibt man diese Größen mithilfe von Zustandssummen.

Zustandssummen mit **endlich** vielen Termen können ein unstetiges Verhalten nicht reproduzieren.

Alle mathematischen Beschreibungen verwenden deshalb den Grenzwert $N \rightarrow \infty$ („thermodynamische Limes“).



J Stat Phys (2009) 137: 777–797
DOI 10.1007/s10955-009-9814-1

More is the Same; Phase Transitions and Mean Field Theories

Leo P. Kadanoff



(1937—2015)

1.5 More Is the Same; Infinitely More Is different

In discussing phase transitions, we must note a point that is fundamental to condensed matter physics. In the words of Anderson [1], *more is different*. The properties of systems containing infinitely many particles are qualitatively different from those of finite systems. In particular, phase transitions cannot occur in any finite system; they are solely a property of infinite systems.

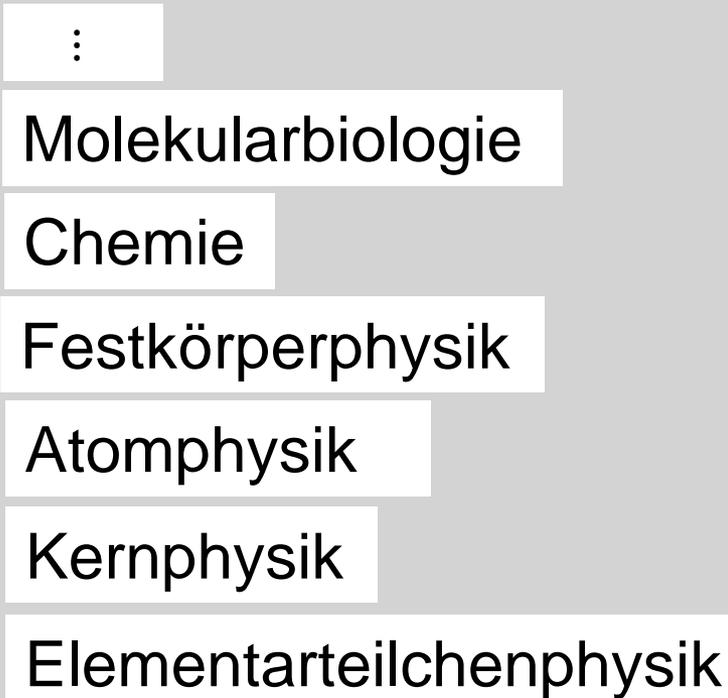


Der Ferromagnetismus eines Eisenstücks unterhalb der Curie-Temperatur kann nicht aus dem Verhalten seiner endlich vielen Eisenatome hergeleitet werden.



Ebenfalls:

Universalität kritischer Phänomene (Stichwort: Renormierungs-Gruppe; siehe etwa Falkenburg und Morrison (2015)) illustriert die (epistemische und ontologische) Unabhängigkeit dieser kollektiven Phänomene von mikroskopischen Details.



- Jede Ebene ist Autonom, entkoppelt von den benachbarten Ebenen und besitzt nicht reduzierbare Gesetze.
 - Keine Ebene ist fundamentaler als eine Andere – alle Beschreibungen sind „effektiv“ (Huggett & Weingard, 1995).
 - Die „Elementarteilchen“ der Festkörperphysik sind „Elektron“ und „Atomkern“ ...

Ein komplexes Thema konnte hier nur angerissen werden! Weiterführende Lektüre:

- Batterman, R. W. (2011) Emergence, singularities, and symmetry breaking. *Foundations of Physics* **41**: 1031-1050.
- Batterman, R. W. (2017) Philosophical implications of Kadanoff's work on the renormalization group. *Journal of Statistical Physics* **167**: 559-574.
- Schweber, S. S. (2015) Hacking the quantum revolution: 1925–1975. *The European Physical Journal H* **40**: 53-149.
- Schweber, S. S. (1993) Changing conceptualization of renormalization theory. In *Renormalization: From Lorentz to Landau (and Beyond)* (pp. 135-166). Springer: New York, US.
- Falkenburg, B. und Morrison, M. (2015) *Why More Is Different. Philosophical Issues in Condensed Matter Physics and Complex Systems*. Springer: Berlin, Heidelberg.
- Huggett, N., und Weingard, R. (1995) The renormalisation group and effective field theories. *Synthese* **102**: 171-194.
- Butterfield, J. (2011) Less is different: Emergence and reduction reconciled. *Foundations of Physics* **41**: 1065-1135.



Motive des Forschens.

Von A. Einstein.

Rede aus Anlass des 60sten Geburtstages von M. Planck, 26. April 1918
CWAE, Volume 7: The Berlin Years: Writings, 1918-1921 Page 55ff

Was kann es aber für einen Reiz haben, einen so kleinen Ausschnitt der Natur genau zu erfassen, alles Feinere und Komplexere aber sehen und mutlos beiseite zu lassen? Verdient das Ergebnis einer so resignierten Bemühung den stolzen Namen „Weltbild“?

Ich glaube, der stolze Name ist wohlverdient, denn die allgemeinsten Gesetze, auf welche das Gedankengebäude der theoretischen Physik gegründet ist, erheben den Anspruch, für jegliches Naturgeschehen gültig zu sein. Aus ihnen sollte sich auf dem Wege reiner gedanklicher Deduktion die Abbildung, d. h. die Theorie eines jeden Naturprozesses einschließlich der Lebensvorgänge finden lassen, wenn jener Prozeß der Deduktion nicht weit über die Leistungsfähigkeit menschlichen Denkens hinausginge. Der Verzicht des physikalischen Weltbildes auf Vollständigkeit ist also kein prinzipieller.