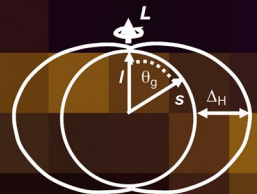
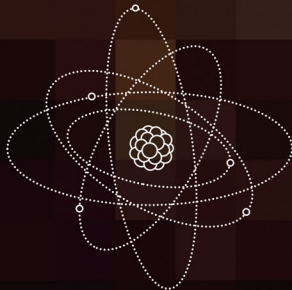
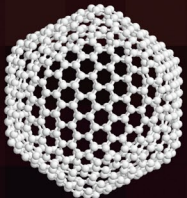


Christian Joß

Selbstorganisation der Materie

Dialektische Entwicklungstheorie von Mikro- und Makrokosmos



Selbstorganisation der Materie

Dialektische Entwicklungstheorie von
Mikro- und Makrokosmos

Christian Jooß

Januar 2017

Selbstorganisation der Materie
Dialektische Entwicklungstheorie von Mikro- und Makrokosmos

Christian Jooß

© Verlag Neuer Weg in der Mediengruppe Neuer Weg GmbH
Alte Bottroper Straße 42, 45356 Essen

Telefon +49-(0)-201-25915, Fax +49-(0)-201-6144462
verlag@neuerweg.de, www.neuerweg.de

Cover:
Lizenz von iStockphoto LP, Suite 200, 1240 - 20th Avenue S.E.
Calgary, Alberta, Canada T2G 1M8

Gesamtherstellung:
Mediengruppe Neuer Weg GmbH

Druck: Booksfactory

ISBN: 978-3-88021-435-4

Vorwort

„Krise an der Vorderfront der Physik“ titelte die New York Times am 7. Juni 2015. „Teilchenphysik: Supersymmetrie in der Krise“ ist der Aufmacher der September-Ausgabe 2014 von Spektrum der Wissenschaft. Tatsächlich konnte in den vergangenen Jahrzehnten kaum eine der Vorhersagen „vereinheitlichter Materietheorien“ experimentell an Teilchenbeschleunigern verifiziert werden. Eine Ausnahme ist die wahrscheinliche Entdeckung des Higgs-Teilchens im Jahr 2012. Dieses Teilchen wurde 1964 aus der Theorie eines suprafluiden Äthers vorhergesagt. Das heute vorherrschende physikalische Weltbild richtet sich jedoch gegen ein vertieftes Verständnis der Struktur und Entwicklungsprozesse der Materieformen im Mikrokosmos. Stattdessen sucht es das Wesen der Materie in mathematischen Symmetrien mikroskopischer Materiebausteine, die über der Natur stehen. Quasireligiös wird das Higgs-Boson als „Gottesteilchen“ in einem konstruierten Urknallmodell vereinnahmt. Max Reuner von der Wissenschaftsredaktion der ZEIT positioniert sich zur aufkommenden Krisendiskussion: „Aus! Die Physik steckt in der Krise: Der Traum von der Weltformel ist geplatzt, die neuen Theorien sind kaum mehr überprüfbar. Geht es in der Kosmologie überhaupt noch um Wissenschaft?“ [ZEIT, 22.12.2008]. Die naturwissenschaftlich-technische Revolution hat in den letzten Jahrzehnten eine ungeheure Menge an neuen Einzelerkenntnissen angehäuft.

Trotzdem gibt die moderne Naturwissenschaft auf grundlegende Fragen, die schon die griechische Naturphilosophie vor 2500 Jahren aufwarf, nur begrenzte Antworten: Woraus besteht die Materie im Mikro- und im Makrokosmos? Wie entwickeln sich die verschiedenen Materieformen auseinander? Was treibt ihre Entwicklungsprozesse? Wie hat sich unser heutiger Kosmos entwickelt und wie sieht seine mögliche Zukunft aus?

Eine umfassende theoretische und weltanschauliche Krise der Physik ist entstanden, trotz ungeheurer Fortschritte der Physik in Einzelfragen. Sie begann bereits im Übergang zum 20. Jahrhundert, als unter dem Einfluss idealistischer Philosophien, insbesondere des Positivismus, der Anspruch der Physik in Frage gestellt wurde, die Materie als objektiv und unabhängig vom menschlichen Bewusstsein existierende Realität immer allseitiger zu erkennen. Max Planck stellte schon Anfang der 1930er Jahre in seinem Vortrag „Positivismus und reale Außenwelt“ besorgt fest: „Auch diese (die Physik) ist freilich von der allgemeinen Krisis nicht verschont geblieben. Auf ihrem Gebiet ist eine gewisse Unsicherheit entstanden, die Meinungen in erkenntnistheoretischen Fragen gehen zum Teil erheblich auseinander. Ihre bis dahin allgemein anerkannten Grundsätze, sogar die Kausalität selber, werden stellenweise über Bord geworfen.“ [Planck 1949 S. 228] Die Ausbildung widerstrebender Richtungen

in der modernen Naturwissenschaft hat sich seither fortgesetzt. Vorherrschend wurde eine Weltanschauung, die die Entwicklungsprozesse der Materie durch Geometrie und Weltformeln ersetzte. Sie mündete mit der Urknalltheorie in einer Entwicklungstheorie des Kosmos, die die Naturgesetze als außerhalb und über der Materie stehende Prinzipien ansieht und eine Entwicklung nur durch äußere Anstöße zu „erklären“ vermag. Die Krise der Vereinheitlichung der Materie im Mikrokosmos bei hohen Energien vertieft die Krise der Urknallkosmologie.

Das vorliegende Buch befasst sich kritisch mit der Wirkung des physikalischen Idealismus im theoretischen Verständnis der Materiestrukturen von den Quantenfeldern und subatomaren Bausteinen bis hin zu den gigantischen Strukturen der Galaxiensuperhaufen. Es geht dabei insbesondere den Eigenschaften und Entwicklungsprozessen der Strukturebene der Materie unterhalb der atomaren Bausteine auf den Grund. Ihre komplexe innere Struktur und Anregungsformen werden mit der Theorie des suprafluiden Quantenäthers zusammengefasst. Im Gegensatz dazu ersetzt der physikalische Idealismus dieses Materiesystem durch ein „Vakuum“, eine „Leere“, in dem sich angeblich „Superstrings“ oder „Membranwelten“ formen. Zur Rettung der Urknallkosmologie wird parallel dazu eine mystische nicht beobachtbare „dunkle Materie“ und „dunkle Energie“ zu 99 % des Stoffs des Universums erklärt.

Diese heute vorherrschende Richtung in der Physik hat sich unter der Wirkung der idealistisch-positivistischen Weltanschauung von den real beobachtbaren Materieformen im Kosmos losgelöst.

Jeder Naturwissenschaftler arbeitet unter weltanschaulichen Einflüssen, die sich in der einen oder anderen Weise auf Auswahl und Methode seiner Experimente, seinen Erkenntnisprozess und seine theoretischen Schlussfolgerungen auswirken. Weltanschauungen sind ein System von theoretischen Ansichten und Urteilen über Natur und Gesellschaft und stehen in vielfältiger Wechselbeziehung zur Methodik der wissenschaftlichen Arbeit. Bei aller Vielfalt sind sie jedoch alle danach zu unterscheiden, wie sie die weltanschauliche Grundfrage nach dem Verhältnis von Sein und Bewusstsein beantworten: Ob sie der **materialistischen Richtung** zuzurechnen sind, wonach das Sein, die objektive Realität, **primär** ist, vom menschlichen Bewusstsein widerspiegelt werden kann und unabhängig von ihm existiert. Oder ob sie zur **idealistischen Richtung** gehören, wonach das Primäre Empfindungskomplexe und Ideen sind, die über der Wirklichkeit stehen, die damit **sekundär** ist.

Die moderne Naturwissenschaft musste sich bei ihrer Entstehung zu Beginn der Neuzeit im weltanschaulichen Kampf gegen die Wirkung der mittelalterlichen Scholastik durchsetzen. So revolutionär diese Geburtsphase der modernen

Naturwissenschaft war, so wenig war sie aber in ihrer weiteren Entwicklung im Übergang zwischen dem 19. und 20. Jahrhundert aufgrund ihrer mechanischen Grundauffassung in der Lage, die neuen Erkenntnisse der Zeit richtig zu deuten. Die Dialektik als Theorie und Untersuchungsmethode von Entwicklungsprozessen musste Einzug in die Naturwissenschaft nehmen und tat dies auch: Kant prognostizierte genial die Vorstellung vom Werden und Vergehen von Sonnensystemen im Weltall. Darwin entwickelte die Lehre der Evolution, der Theorie der Entwicklung der Lebewesen von niedrigen zu höheren Stufen. Das bildete eine materielle Grundlage für die von Karl Marx und Friedrich Engels ausgearbeitete dialektisch-materialistische Auffassung der Entwicklung in Natur und Gesellschaft. Sie befruchtete nicht nur das Bestreben der Menschheit um Befreiung von kapitalistischer Ausbeutung und Unterdrückung, sondern auch das Denken und Forschen fortschrittlicher Wissenschaftler weltweit. Im Übergang zum 20. Jahrhundert verlangten neue Erkenntnisse in den Naturwissenschaften (Elektrizität, Radioaktivität, Quantenphysik, Gravitation usw.), diese mit Hilfe der dialektisch-materialistischen Methode zu deuten. Dem folgte nur eine Minderheit. Die Mehrheit flüchtete in mathematische Abstraktionen. Mathematische Modelle können jedoch nur insofern richtig sein, als sie näherungsweise die objektive Wirklichkeit widerspiegeln. Heute kann die entstandene Krise der Physik nur überwunden werden, wenn sich die

Naturwissenschaften frei machen von den weltanschaulichen Krisenwirkungen des Positivismus.

Die heute fortgeschrittenste Weltanschauung und Methodik, die der ganzen Komplexität der naturwissenschaftlichen Fragen am besten gewachsen ist, ist die materialistische Dialektik. Sie ist keinesfalls ein für alle Mal fertig, sondern muss ständig neue der Natur und Gesellschaft abgerungene Erkenntnisse in sich aufnehmen und sich dabei immer weiter auf die Stufe der allseitigen und systemischen Betrachtung des Gesamtzusammenhangs der Entwicklung heben. Dabei hat sie sich mit dem realen weltanschaulichen Konflikt und seiner Widerspiegelung in der Denk- und Forschungsweise der Naturwissenschaftler auseinanderzusetzen. Dieses Buch versteht sich dazu als Diskussionsbeitrag, Streitschrift und Anregung für ein Arbeitsprogramm für die weitere experimentelle und theoretische Forschung und keinesfalls als abgeschlossene Theorie und Methode.

Ein Verständnis der Selbstorganisation der Materie, der Naturgesetze ihrer Entwicklung aus sich selbst heraus erfordert:

- Die kritische Analyse und dialektische Verarbeitung einer Fülle von Erkenntnissen der modernen Naturwissenschaft.
- Eine Auseinandersetzung mit der Wirkung der idealistischen Weltanschauung, vor allem des Positivismus.

- Eine qualitativ vergleichende Methode der Untersuchung der Entwicklungsprozesse verschiedenster Materieformen.
- Die Bestimmung der für eine Entwicklung entscheidenden inneren Triebkräfte, gegensätzlichen Kräfte und Widersprüche und ihrer Entfaltung abhängig von äußeren Bedingungen und Einwirkungen.
- Der Verallgemeinerung neuer dialektisch-materialistischer Begriffe der Entwicklung von Materie-Systemen. Dazu gehören insbesondere die Gesetze der Herausbildung neuer Strukturebenen der Materie durch Selbstorganisation als Konkretisierung und Bereicherung der Dialektik des qualitativen Sprungs.
- Ein tiefes Eindringen in die Dialektik von Zufall und Notwendigkeit basierend auf dem materialistischen Verständnis des Wesens von Naturgesetzen als emergent, als sich mit der Struktur der Materie herausbildend. Der objektive Prozess des wechselseitigen Umschlagens von Zufall und Notwendigkeit ist ermöglicht daher die Entwicklung von „Neuem“, einer offenen Zukunft.

Grundlage des Buchs sind Untersuchungen, Ausarbeitungen und Vorlesungen über einen Zeitraum von 16 Jahren, die in stetiger kritischer Diskussion mit zahlreichen Wissenschaftlern und Interessierten bereichert wurden. Mein Standpunkt stützt sich auf Ausarbeitungen kritischer

Wissenschaftler und Beiträge aus der ehemals sozialistischen Sowjetunion sowie aus der Arbeiterbewegung zum dialektischen Materialismus, die im Literaturverzeichnis gewürdigt sind. Für kritische Hinweise bei der Endbearbeitung des Buches möchte ich vor allem K. Arnecke, F. Hessmann, H.-U. Jüttner, J. Lutz, W.-D. Rochlitz, C. Volkert und R. Wolk danken. Ihre Nennung bedeutet keinesfalls, dass Sie mit dem gesamten Inhalt des Buches übereinstimmen.

Inhaltsverzeichnis

1. Zwei widerstrebende Richtungen in der modernen Naturwissenschaft	9
2. Selbstorganisation in Vielteilchensystemen	27
2.1 Die Daseinsweise von Atomen in Phasen.	28
2.2 Strukturbildung nahe am Gleichgewicht: Domänen, topologische Defekte und Strukturen	38
2.3 Selbstorganisation in Umwandlungs- und Transportvorgängen	46
2.4 Struktur der Atome und ihre Bindung	55
2.5 Phasen und ihr „Zoo der Anregungen“	61
3. Quantengase und -flüssigkeiten	66
3.1 Suprafluidität	67
3.2 Fermigase und -flüssigkeiten.	76
3.3 Supraleitung von Elektronen.	85
3.4 Supraflüssigkeiten mit Spin – Helium-3.	95
4. Materiewellen und Quanten als Ausdruck der Wirkung tieferer Strukturebenen der Materie	103
4.1 Das gefüllte „Vakuum“: Nullpunktfelder	104
4.2 Die dialektische Einheit von Materiewelle und Teilchen	110
4.3 Quantenverschränkung: Gemeinsame Materiewellen	122
4.4 Die Stabilität der Elektronenhülle von Atomen	126
4.5 Dirac-See, Quantenfelder und Unendlichkeiten	133
4.6 Materiewellen als Organisationszustände des Nullpunktfeldes	145
5. Der Einfluss tieferer Strukturebenen der Materie auf Bewegung und Gravitation	152
5.1 Bewegungen bei großen Geschwindigkeiten.	153
5.2 Die spezielle Relativitätstheorie	162
5.3 Beschleunigte Bewegung, Trägheit und Gravitation	167
5.4 Die allgemeine Relativitätstheorie	174
5.5 Über den Ursprung von Trägheit und Gravitation im Quantenäther	181

6. Selbstorganisation im Mikrokosmos:	
Der Zoo der „Elementarteilchen“	190
6.1 Die Entdeckung des „Zoo der Elementarteilchen“	191
6.2 Das Standardmodell und seine Grenzen	198
6.3 Strukturbildung durch Teilabschirmung von Ladungen	203
6.4 Der elektroschwache Phasenübergang im Quantenäther	208
6.5 Die Suche nach der Einheit der Naturkräfte	213
6.6 Selbstorganisation von „Elementarteilchen“ im Quantenäther	220
7. Dialektik der Entwicklungsprozesse im Mikro- und Makrokosmos	230
7.1 Entwicklungsprozesse der Sterne und der chemischen Elemente	232
7.2 Entwicklungsprozesse der Galaxien	244
7.3 Aktive Galaxienkerne	252
7.4 Die Fermiogenese in aktiven Galaxienkernen	264
7.5 Die Strukturebene der Galaxiensuperhaufen	274
7.6 Rotverschiebung und Mikrowellenhintergrund	280
7.7 Selbstorganisation gegen Feintuning	286
8. Selbstorganisierte Entwicklung der Materiesysteme im Kosmos	291
9. Literaturverzeichnis	316
10. Mathematischer Anhang	331
10.1 Allgemeine Eigenschaften topologischer Strukturen	331
10.2 Topologische Strukturen in Quantenflüssigkeiten	332
10.3 Ursachen der Materiewellen und der trägen Masse bei gleichförmiger und beschleunigter Bewegung	335
10.4 Abschirmmlängen und Massen der Austauschquanten	337
10.5 Theorie der teilabgeschirmten Gravitation	340
10.6 Hubble-Gesetz und Deutung mittels der Theorie der teilabgeschirmten Gravitation	342
10.7 Modell des Elektrons als topologische Struktur	344
Bildquellen	345
Stichwortverzeichnis	348

1. Zwei widerstrebende Richtungen in der modernen Naturwissenschaft

Die Erforschung von Struktur und Bewegungen der Materie im Mikro- und Makrokosmos hat im 20. und beginnenden 21. Jahrhundert einen enormen Fortschritt erfahren. Die Welt um uns herum bringt eine nahezu unüberschaubare Vielfalt von materiellen Systemen hervor. Im Mikrokosmos besteht die Materie aus Molekülen mit ihren Atomen und diese wiederum aus unterschiedlichen subatomaren

Bausteinen, wie Atomkernen, Elektronen und Photonen. Mittlerweile ist nachgewiesen, dass auch die Protonen und Neutronen als Bausteine der Atomkerne wiederum aus Quarks und Gluonen bestehen, die sich wie eine „Gasblase“ in einer umgebenden Gluonenflüssigkeit bewegen. Im Makrokosmos ist unsere Erde Teil des Sonnensystems, welches gemeinsam mit Milliarden anderer Sterne

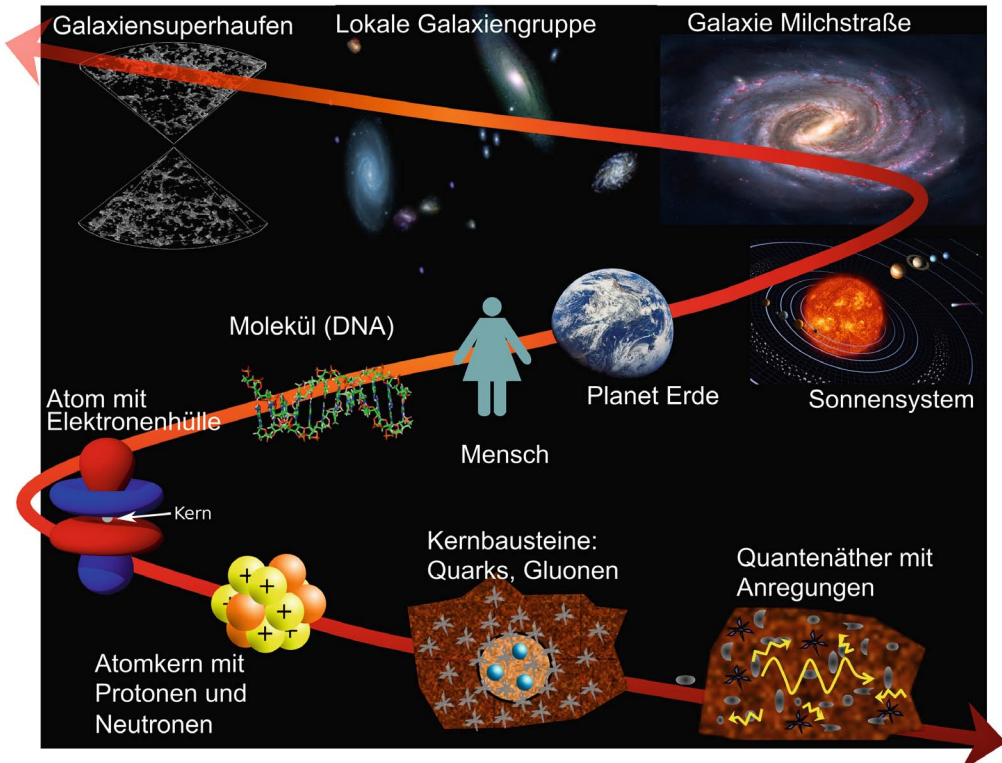


Abbildung 1: Strukturebenen der Materie im Mikro- und Makrokosmos (nicht maßstäblich).

unsere Galaxis, die „Milchstraße“ bildet. Diese ist wiederum Bestandteil von Galaxienhaufen, Galaxiensuperhaufen und riesiger kosmischer Materiestrukturen.

Es türmt sich ein fast schon unüberschaubares experimentelles Material darüber auf, dass die verschiedenen Materieformen ein aufeinander aufbauendes und sich in seiner Entwicklung wechselseitig durchdringendes System von Strukturebenen bilden, mit Längenskalen, die sich von weniger als Femtometern (10^{-15} m als klassischer Radius des Elektrons) bis über Milliarden Lichtjahre (10^{25} m als Ausdehnung der großen Mauer von Galaxiensuperhaufen) erstrecken.

Ihre Bewegungen, Umwandlungen und Entwicklungen verlaufen auf Zeitskalen von weniger als einer Femtosekunde (10^{-15} s für elektronische Übergänge) bis Dutzenden von Milliarden Jahren (mehr als 10^{18} s für Entwicklungsprozesse von Galaxien).

Die Frage nach der theoretischen Deutung, nach dem Wesen, dem Ursprung und den Entwicklungsgesetzen dieser materiellen Strukturen ist Gegenstand einer lebhaften und kontroversen wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Auseinandersetzung. In der Vielzahl der Theorien und Anschauungen stehen sich zwei Pole gegenüber: Die dialektisch-materialistische Auffassung, nach der die Materie objektiv und unabhängig von unserem Bewusstsein existiert und

aus sich selbst heraus einer unendlichen Entwicklung unterliegt, die alle Strukturebenen der Materie umfasst. Sie bringt auf jeder Strukturebene qualitativ neue Eigenschaften und Bewegungsformen hervor, die durch Beobachtung sowie Experimente erforscht und durch wissenschaftliche Arbeit theoretisch verstanden werden können. Demgegenüber bedeutet die heute gesellschaftlich dominierende idealistische Theorie einen historischen Rückfall, nach dem die Materie letztlich auf Geometrie, auf über der Materie stehende Prinzipien, Ideen, eine „Weltformel“ zurückzuführen sei. Nach ihr ist die Materie aus dem Nichts in einem Urknall entstanden und wird letztlich in einer linearen Entwicklungskette allmählich in einem Wärmetod enden, wenn nicht ein neuer Urknall die Entwicklung fortsetzt. Derartige Hypothesen sind losgelöst von jeglicher praktischer Erfahrung, die durch wissenschaftliche Experimente gewonnen wird; sie beruhen auf der Trennung von Theorie und Experiment.

Die Ersetzung der Materie durch Geometrie und Weltformeln

Diese vorherrschende Weltanschauung will die Struktur und Entwicklung der gesamten Materie im Kosmos auf letzte elementare Grundbausteine zurückführen, die sich in einem „leeren Raum“, dem „Vakuum“ befinden. Die Einheit der Materie wird in geometrischen Strukturen, den „Strings“ als schwingende Energiesaiten in hochdimensionalen

mathematischen Räumen gesucht. Die Geometrisierung von Eigenschaften der Materie durch gekrümmte Räume ist auch Bestandteil entsprechender Deutungen der Einstein'schen Relativitätstheorien der Gravitation und schneller Bewegungen. Der Stringtheoretiker Brian Greene beschreibt in seinem Buch „Der Stoff, aus dem der Kosmos ist“ den heute weitverbreiteten idealistischen Pol der Theorie des Aufbaus der Materie:

„Laut Superstringtheorie besteht jedes Teilchen aus einem winzigen Energiefäden, rund 100 Milliarden Mal kleiner als ein einzelner Atomkern (und damit viel zu klein für unsere heutigen Experimentalkonzepte) und wie eine winzige Saite geformt. Genau wie eine Violine Saite verschiedene Schwingungsraster aufweisen kann, deren jedes einem anderen Ton entspricht, so weisen auch die Fäden der Superstringtheorie verschiedene Schwingungsmuster auf. Diese Schwingungen entsprechen allerdings nicht verschiedenen Tönen, sondern, wie die Theorie interessanterweise behauptet, verschiedenen Teilcheneigenschaften.“ [Greene 2004, S. 33]

Die Theorie des Ursprungs der Materie aus immateriellen „Energiefäden“ ist dabei nicht etwa Ergebnis experimenteller Beobachtungen und ihrer Verallgemeinerung durch Induktion. Die Superstringtheorie entsteht vielmehr deduktiv aus einer mathematischen Überkonstruktion zweier Theorien bei der Suche nach einer „Weltformel“:

„Wie wir sehen werden, ist die in der Superstringtheorie vorgeschlagene Fusion von allgemeiner Relativitätstheorie und Quantenmechanik mathematisch nur sinnvoll, wenn wir unserer Vorstellung von der Raumzeit eine weitere Revolution zumuten. Statt der drei räumlichen und der einen zeitlichen Dimension unserer Alltagserfahrung verlangt die Superstringtheorie neun räumliche Dimensionen und eine zeitliche Dimension. In einer noch tragfähigeren Version der Superstringtheorie, der sogenannten M-Theorie, sind es sogar zehn räumliche und eine zeitliche Dimension-ein kosmisches Substrat mit insgesamt elf Raumzeitdimensionen. (...) Und der Raum, den die großen zusätzlichen Raumdimensionen böten, könnte noch bemerkenswertere Möglichkeiten eröffnen: andere, nahe gelegene Welten, nicht nahe im gewöhnlichen Raum sondern nahe in den Extradimensionen-Welten, von denen wir bislang nichts bemerkt haben.“ [Greene 2004, S. 34-35]

Die Ersetzung der Materie durch die Geometrie gekrümmter leerer Räume ist methodisch und weltanschaulich verwandt mit den Auffassungen des antiken Idealisten Platon: In Ablehnung der materialistischen Atomhypothese ersetzte er die Materie durch idealisierte geometrische Körper. Heute ist die Geometrisierung der Materie im Mikrokosmos eine wesentliche theoretische Basis der Urknallkosmologie. Nur durch die Geometrisierung der Gravitation kann ein Urknall berechnet werden. Nach der Urknalltheorie soll es zwar vor

dem Urknall keine Materie, Raum und Zeit, wohl aber schon „Naturgesetze“ in Form einer Weltformel und „Anfangsbedingungen“ gegeben haben, aus denen die reale vielfältige Welt mit all ihren unterschiedlichen Materieformen in den letzten 14 Milliarden Jahren hervorgegangen sein soll. Der Ursprung aller Materie wird auf eine über der Materie stehende absolute Idee zurückgeführt. Dies hat bei allen Fortschritten in einzelnen Fragen zu einer tiefen Krise des physikalischen Weltbilds als Ganzes geführt.

Die Entdeckung einer neuen Strukturebene der Materie zu Beginn des 20. Jahrhunderts

Ein wesentlicher Ausgangspunkt der Krise der modernen Physik ist die absolute Verwerfung des Ätherbegriffs, also nicht nur seiner unhaltbaren mechanischen Seiten, zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Genau zu dem Zeitpunkt, als mit der Entdeckung der Quanteneffekte und der Massezunahme des Elektrons bei großen Geschwindigkeiten experimentell erste Auswirkungen tieferer Strukturebenen der Materie sichtbar wurden, wurden die materiellen Ursachen dieser Effekte unter dem Einfluss des sich breitmachenden Positivismus und Idealismus negiert. Aus der berechtigten Kritik an zu einfachen und naiven Vorstellungen des Äthers entwickelten sich die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie sowie die Quantentheorie. Die mechanische Vorstellung des Äthers als ein Fluidum, welches die

korpuskulare Materie „umgibt“ und sich durch mechanische Bewegungsformen wie Ätherwinde und elastische Ätherschwingungen (Licht) bemerkbar machen sollte, war unhaltbar geworden, weil sie zu krassen Widersprüchen zur Wirklichkeit führte. Anstatt zu einem dialektischen Ätherbegriff zu finden, wurde jedoch das Kind mit dem Bade ausgeschüttet: Die Ersetzung der Materie durch die Annahme eines „leeren Raums“, eines „Vakuums“, eines „Nichts“ eröffnete erst die entscheidende Grundlage für die Geometrisierung der Materie.

Trotz der Abschaffung des Äthers aus dem Weltbild der Physik hat sich gleichzeitig aus der Teilchen-, Quanten- und relativistischen Physik umfassendes Material angesammelt, dass es einen „leeren Raum“, ein „Vakuum“ nicht gibt. Es wimmelt dort nur so von instabilen Teilchen, den Nullpunktfeldern. Das Vakuum ist elektrisch und magnetisch polarisierbar – ja, es ist sogar möglich, ein „Vakuum aufzuschmelzen“ (so die von der positivistischen Weltanschauung geprägte Sprachregelung) und es mittels Phasenumwandlungen in einen anderen Aggregatzustand zu überführen. Der heute bekannte „Zoo der Elementarteilchen“ weist darauf hin, dass es sich bei diesen Teilchen nicht um „Massepunkte im leeren Raum“, sondern um Anregungszustände einer tieferen Strukturebene der Materie handelt. Obwohl diese Tatsachen vielen Naturwissenschaftlern bekannt sind,

werden diese Widersprüche nicht offen anerkannt.

So gehört zur herrschenden Lehrmeinung die unzählig wiedergekäute Aussage „Einsteins Relativitätstheorie hätte bewiesen, dass es keinen Äther gibt“. Albert Einstein formulierte in einem Brief an H.A. Lorentz im Jahr 1919 jedoch nur die Ansicht, dass er die Vorstellung von einer Geschwindigkeit des Äthers abgeschafft hätte: *„Es wäre richtiger gewesen, wenn ich in meinen früheren Publikationen mich darauf beschränkt hätte, die Nicht-Realität der Äthergeschwindigkeit zu betonen, statt die Nicht-Existenz des Äthers überhaupt zu vertreten. Denn ich sehe ein, dass man mit dem Worte Äther nichts anderes sagt, als dass der Raum als Träger physikalischer Qualitäten aufgefasst werden muss.“* [Kostro, 2000, S. 189] Die Vorstellung einer Äthergeschwindigkeit beruhte auf dem mechanischen Weltbild, welches Teilchen und Äther nebeneinander stellte. Einstein sah seine Theorien zeitweise als Ausdruck eines dynamischen Äthers, dessen Bewegungen durch die räumliche Verteilung und Bewegung der Massen bestimmt ist und der in vielfältiger Weise auf die inneren atomaren Bewegungen (Uhrenverlangsamung, Rotverschiebung des Lichts, Längenkontraktion) zurückwirkt [ebenda].

Zur Verfestigung des physikalischen Idealismus hat entscheidend beigetragen, dass die für Ortsbewegungen makroskopischer Körper geltenden deterministischen

Gesetze der Mechanik in der mikroskopischen Welt statistischen Gesetzen der Bewegung gewichen sind. Eine ganze Reihe von Physikern, wie Albert Einstein, leugnete in der berechtigten Kritik an der sich breit machenden idealistischen Kopenhagener Deutung der Quantenphysik die objektive Realität der neuartigen Bewegungsgesetze von Teilchen in fluktuierenden Quantenfeldern. Der Quantenphysiker Anton Zeilinger schreibt dazu: *„Albert Einstein war offenbar Zeit seines Lebens unglücklich über die neue Rolle des Zufalls in der Quantenphysik. Er drückte dies dadurch aus, indem er betonte „Gott würfeln nicht!“ Niels Bohr gab ihm damals zur Antwort, er möge doch endlich aufhören, dem Herrgott Vorschriften zu machen. Aus unserer neuen Sicht der Quantenphysik als einer Wissenschaft der Information - als einer Wissenschaft dessen, was grundsätzlich gewusst werden kann - folgt dagegen eine sehr natürliche Erklärung des Zufalls. Und es folgt ferner daraus, dass dieser Zufall notwendig und unvermeidbar ist und nicht, wie Einstein hoffte, vermieden werden kann.“* [Zeilinger 2003, S. 46]

Tatsächlich ist die Quantentheorie mit ihren statistischen Gesetzmäßigkeiten Ausdruck von objektiv und real existierenden Zufallsfluktuationen in Ort und Geschwindigkeit von mikroskopischen Teilchen. Sie haben ihren Ursprung in den Anregungen des Nullpunktfeldes. Die zufällige Bewegung von Teilchen im statistisch schwankenden Nullpunktfeld führt zu qualitativ neuen Gesetzmäßigkeiten der

Bewegung, die u. a. mit der Entwicklung von Materiewellenfeldern verbunden sind. Zufall und Gesetzmäßigkeit bedingen sich untrennbar wechselseitig. Zeilinger sieht jedoch die Gesetze der Quantentheorie nicht als unabhängig vom forschenden Bewusstsein an, sondern als Ergebnis dessen, was ein Beobachter, der nur „klassische Messinstrumente“ besitzt, über die mikroskopische Welt „wissen“ kann. Diese subjektivistische Auffassung interpretiert die Materiewellen nicht als reale Wellen, sondern als „*Hilfsmittel für unser Denken*“ [Zeilinger 2003, S. 191] und ist heute zu einem entscheidenden Hindernis im theoretischen Verständnis der mikroskopischen Prozesse geworden. Die Kritik von Zeilinger an Einsteins Ablehnung der objektiv existierenden Zufälligkeit ist daher richtig, jedoch nicht die subjektivistische Interpretation als etwas, was durch begrenztes Wissen entsteht. Die objektiv existierende Dialektik von Notwendigkeit (Gesetzmäßigkeit) und Zufall ist von großer Bedeutung für das Verständnis jeder komplexen Entwicklung. In der Quantenphysik sind die statistischen Gesetze gerade Ausdruck eines objektiv existierenden Selbstorganisationsprozesses durch wechselseitige Einwirkung von Teilchenbewegung und zufällig schwankender Bewegungen des Quantenäthers. Dieser Selbstorganisationsprozess führt zur Ausbildung von Materiewellen, die stabile Bewegungsformen unter Erhaltung der Energie und des Impulses des Teilchens hervorbringen.

Paradoxe Widersprüche zwischen Mikrophysik und Urknallkosmologie

Die Ersetzung von Materie durch die Geometrie der Raum-Zeit führt zu paradoxen Widersprüchen. Obwohl heute Nullpunktfelder experimentell nachweisbar sind, die den gesamten „leeren Raum“ durchsetzen, müssen sie unter Wirkung der positivistischen Ideologie zu „virtueller Materie“ erklärt werden. Danach ist sie nur der Möglichkeit nach vorhanden, aber nicht real. Es würde sonst ein eklatanter Widerspruch in der Energiedichte des Nullpunktfeldes auftreten: Seine Energiedichte, ermittelt aus Experimenten und Modellen der Quantenphysik, ist um 120 Größenordnungen (!) größer als es mit einem Urknallmodell eines „expandierenden leeren Raums“ zu vereinbaren ist. In der aktuellen Urknallkosmologie wird stattdessen willkürlich unbeobachtbare dunkle Materie und dunkle Energie eingeführt, um die geometrische Theorie der Gravitation auf Längenskalen von Galaxien und Superhaufen zu retten und in Übereinstimmung mit der Beobachtung eines flachen Raums im Kosmos zu bringen. Die Ablösung der Theorie von der experimentellen Beobachtung geht soweit, dass spekulative Thesen aufgestellt werden, dass nur 1 % der gesamten Materie im Kosmos die uns bekannten Bausteine, die Atome mit ihren subatomaren Bausteinen darstellen soll.

Aber auch in der theoretischen Quantenphysik gibt es große theoretische Schwierigkeiten, die darin bestehen, dass die Energiedichte des Nullpunktfeldes („der Vakuumenergie“) zu kleineren Längenskalen rasant ansteigt und zu Unendlichkeiten führt, die mit komplizierten mathematischen Techniken (der sogenannten Renormierung) behandelt werden, um überhaupt korrekte Werte von so einfachen Größen wie der elektrischen Ladung oder der Masse des Elektrons berechnen zu können. Die komplexe Mathematik der Quantenfeldtheorie ist materialistisch interpretiert nichts anderes als eine direkte Widerspiegelung davon, dass selbst „Elementarteilchen“ wie das Elektron nicht als „punktförmige strukturlose Objekte“ aufgefasst werden können, sondern komplexe Materiestrukturen darstellen.

Das anthropische Prinzip: Von Superstrings zur Schöpfungslehre

Statt Struktur und Bewegungsgesetze der tieferen Strukturebenen der Materie systematisch in Wechselwirkung von Experiment und Theorie immer tiefer zu erforschen, verstärkt die willkürliche Ersetzung von Teilchen durch eindimensionale Energiefäden die paradoxen Widersprüche. So erklärt die Superstringtheorie nicht einmal die Massen oder Eigendrehimpulse der einfachsten subatomaren Bausteine. Es geht hier nicht um Details: Die Vorstellung, man könne die verschiedenen Massen des Elektrons und des Protons mit verschiedenen Schwingungszuständen des

Strings erklären, führt zur Berechnung von Massen, die 10^{19} mal zu groß sind. Dass die Superstringtheorie in eine Sackgasse führt, schwant dem ehemaligen Leiter des Teilchenbeschleunigers in Stanford, Burton Richter. In einem Kommentar für *Physics Today* „*Theorie in Teilchenphysik: Theologische Spekulation versus praktisches Wissen*“ geht er auf die neuesten Versionen der Stringtheorie ein, aus denen man nahezu unendlich viele verschiedene Universen mit den unterschiedlichsten Eigenschaften der „Elementarteilchen“ berechnen kann. Jedoch wurde „*keine Lösung, die wie unser Universum aussieht, gefunden*“. [Richter 2006, S. 8]

Als Ausweg verfeinern die Stringtheoretiker ihre Konstruktionen und flüchten sich in eine Feinabstimmung „fundamentaler Naturkonstanten“. Zu diesen gehören Größen wie die Masse und die elektrische Ladung des Elektrons oder Protons sowie die Stärke bestimmter Naturkräfte. Sie bestimmen weitgehend die Struktur der Atome und des Aufbaus makroskopischer Materieformen. Warum sind diese Größen gerade so, wie sie in Experimenten beobachtet werden? Statt sie materialistisch als Ausdruck der Selbstorganisation der Materie und ihrer Entwicklung zu verstehen, wird eine „Feinabstimmung“ behauptet. Und wer soll sie feinabgestimmt haben? Mit dem sogenannten anthropischen Prinzip wird behauptet, dass ihre „Feinabstimmung“ von der Bedingung diktiert sei, dass sich organische Materie, Leben und schließlich

menschliches Bewusstsein bilden konnte. Burton Richter schreibt dazu völlig zutreffend: „Das antropische Prinzip ist eine Beobachtung und keine Erklärung. Etwas anderes zu glauben, würde bedeuten, dass die Entwicklung der Menschheit in einem späten Stadium des Universums die Ursache dafür ist, dass die Naturkonstanten am Anfang auf die richtigen Werte gesetzt wurden. Wenn Sie das glauben, sind sie ein Kreationist.“ [ebenda]

Die Verbindung der Weltformel- und Urknall-Modelle ist Ausdruck der Ersetzung von Wissenschaft durch Religion. George Smoot, der im Jahr 2006 für die Untersuchung der kosmischen Hintergrundstrahlung als „Bestätigung der Theorie des Urknalls“ den Nobelpreis für Physik bekam, antwortet auf die Frage, was den Urknall ausgelöst hat: „(...) Stephen Hawkings Universum etwa braucht gar keine Ursache, es entsteht aus dem Nichts und zieht seine Kraft aus sich selbst. Irgendwie war eine Situation erforderlich, wo Grundenergie und Materie vorhanden sind. Kommen die richtigen physikalischen Gesetze dazu, ergäbe das dann automatisch einen Urknall und eine Phase der kosmischen Inflation. Die Frage wäre nur, ist ein Gott dafür zuständig? Die Antwort darauf ist natürlich ungewiss, so wie es immer ist, wenn man danach fragt, wie alles begann und warum und wodurch es verursacht wurde. Es läuft doch alles darauf hinaus: Irgendwer oder irgendwas musste die Ausgangsbedingungen ja ermöglicht und das Experiment in Gang gebracht haben,

nicht wahr? Also lautet die Frage: Ist dieses Universum nur eine Berechnung, die jemand angestellt hat? (...) ich vermute, dass es schwierig sein wird, die Existenz eines Gottes auszuschließen oder aber beweisen zu können.“ [Smoot 2006, S. 41]

Bleibe also nur noch zu klären, ob die „Feinabstimmung von Naturkonstanten“ durch einen Schöpfer mit oder ohne Bart erfolgte. Das metaphysische Prinzip, welches für jede Entwicklung einen äußeren Anstoß einführt, bildet den Gegenpol zur wissenschaftlichen Entwicklungstheorie der Materie und weltanschaulich zum dialektischen Materialismus.

Das Eindringen der positivistischen Weltanschauung in die Physik

Um die Wirkung und Dominanz des physikalischen Idealismus in der modernen Naturwissenschaft und Forschung heute zu verstehen, müssen wir auf seinen Ursprung zurückkommen. Der Positivismus konnte sich als seine Hauptform in der Naturwissenschaft breit machen und sie weitgehend weltanschaulich beherrschen, weil er materialistische Erkenntnisse in Einzelfragen mit einer subtilen Attacke auf die Fähigkeit der Naturwissenschaft verbindet, die Materie immer tiefer und allseitiger zu erkennen.

Der Positivismus geht ursprünglich auf den Franzosen August Comte zurück, der 1830 als Reaktion auf den Materialismus der französischen Revolution in seinem Buch

„Cours de Philosophie positive“ erklärte: *„Die positiven Erklärungen bieten keine Ursachen, welche die Erscheinungen erzeugen; man untersucht nur die Umstände, unter denen sie entstanden sind, und verknüpft sie durch die Beziehung ... untereinander.“* [Comte 1830 S. 8] Einer der einflussreichen Hauptvertreter des Positivismus Ende des 19. Jahrhunderts war der Physiker Ernst Mach, der dazu beitrug, diese Ideologie in die Physik zu tragen. Er schrieb 1883 in seinem Hauptwerk *„Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch und kritisch dargestellt“* zur Quelle der Erkenntnisse in der Physik: *„Die Natur setzt sich aus den durch die Sinne gegebenen Elementen zusammen. Der Naturmensch fasst aber zunächst gewisse Komplexe dieser Elemente heraus, die mit einer relativen Stabilität auftreten und die für ihn wichtiger sind. Die ersten und ältesten Worte sind Namen für „Dinge“. (...) Die Empfindungen sind auch keine „Symbole der Dinge“. Vielmehr ist das „Ding“ ein Gedankensymbol für einen Empfindungskomplex von relativer Stabilität. Nicht die Dinge (Körper), sondern Farben, Töne, Drücke, Räume, Zeiten (was wir gewöhnlich Empfindungen nennen) sind eigentliche Elemente der Welt.“* [Mach 1883, S. 457]

Demnach existiert die Welt erst dadurch, dass der Mensch durch Gedankensymbole zwischen verschiedenen Empfindungskomplexen unterscheidet. Seine Empfindungen und Gedanken sind also nach Mach keine Widerspiegelung, Abbildung der objektiven Wirklichkeit,

sondern umgekehrt, die Wirklichkeit ist ein Produkt des menschlichen Bewusstseins. Der Kern des Angriffs des Positivismus auf den Materialismus ist die Behauptung, dass die Materie etwas Unbestimmtes, etwas Abstraktes, etwas, was durch keinerlei Erfahrung und Praxis überprüft werden kann, und damit etwas „Metaphysisches“, also außerhalb der Erfahrung liegendes sei. Die Ersetzung des Begriffs der „Materie“ durch den der „Erfahrung“ sei daher das einzige wissenschaftlich Zulässige. Auch wenn heute kein Physiker mehr ernsthaft an der objektiven und realen Existenz von Licht als elektromagnetischer Strahlung mit verschiedenen Wellenlängen zweifeln würde, die sich in der Netzhaut und im Gehirn des Menschen in verschiedenen Farben widerspiegeln, so ist doch die Machsche Erkenntnistheorie der weltanschauliche Ausgangspunkt einer ganzen Reihe von idealistischen Dogmen in der modernen Physik. Das reicht von der idealistischen Kopenhagener Deutung der Quantenmechanik über die Ablehnung eines materiellen Trägers von elektromagnetischen Feldern bis hin zur Infragestellung der Objektivität von Raum und Zeit.

Das hervorragende Buch *„Materialismus und Empiriekritizismus“* von W. Lenin aus dem Jahr 1908 hat das Eindringen des Positivismus in die moderne Physik als erstes gründlich untersucht und die materialistische Erkenntnistheorie in der Kritik am „Machismus“ weiterentwickelt. Die Widerspiegelungstheorie des

dialektischen Materialismus besagt: „Für den Materialisten ist die Welt im Gegenteil reicher, lebendiger, mannigfaltiger als sie scheint, denn jeder Schritt der wissenschaftlichen Entwicklung entdeckt in ihr neue Seiten. Für den Materialisten sind unsere Empfindungen Abbilder der einzigen und letzten objektiven Realität - der letzten nicht in dem Sinne, daß sie schon restlos erkannt ist, sondern in dem Sinne, daß es eine andere außer ihr nicht gibt und nicht geben kann.“ [Lenin 1908, S. 123]

Lenin untersucht darin auch die Krise der modernen Physik in ihren damaligen Anfängen. „Das Wesen der Krise der modernen Physik besteht in der Zerstörung der alten Gesetze und Grundprinzipien, in der Preisgabe der außerhalb des Bewußtseins existierenden objektiven Realität, d. h. in der Ersetzung des Materialismus durch Idealismus und Agnostizismus. „Die Materie ist verschwunden“ - so kann man die grundlegende und in Bezug auf viele Einzelfragen typische Schwierigkeit, die diese Krise geschaffen hat, ausdrücken.“ [Ebenda, S. 257]

Die heutige Krise der Physik entstand nicht dadurch, dass eine bestimmte historische Entwicklungsstufe von Erkenntnissen in eine Krise gerät. So mussten zwar Ende des 19. Jahrhunderts die Gesetze der Mechanik durch neue Gesetze der Elektrodynamik, der Relativitätstheorie, der Quantenphysik usw. erweitert und bereichert werden. Thomas Kuhn beschreibt daher richtig in seinem Buch „Die Struktur

von naturwissenschaftlichen Revolutionen“ [Kuhn 1962] die Entstehung von Krisen in der Naturwissenschaft als das Ergebnis von neuen Entdeckungen, die in den Widerspruch zu gesetzten Paradigmen geraten und als „Anomalien“ diskutiert werden. Das Auftreten von Widersprüchen und ihre Lösung durch theoretische Erweiterungen bzw. wo nötig auch Korrekturen, die auch die Dimension einer wissenschaftlichen Umwälzung annehmen können, ist eine normale Triebkraft der Naturwissenschaft. Die heutige Krise entstand letztendlich durch die Abkehr von der materialistischen Erkenntnistheorie und Weltanschauung und hat ihre Ursache in der gesellschaftlichen Krisenentwicklung der kapitalistischen Gesellschaft.

Poppers Angriff auf die induktive Methode

Der Einfluss der positivistischen Ideologie in der Naturwissenschaft hat sich seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts weiter verfeinert. In den 1930er bis 1950er Jahren richtete sich der Positivismus neu aus, vor allem gegen die objektive Realität von Entwicklungsgesetzen in Natur, Gesellschaft und im Bewusstsein. Einer der Hauptvertreter, Karl R. Popper, versuchte einen Damm gegen die materialistische Naturerkenntnis zu errichten. Er bestritt in seinem einflussreichen Buch „Logik der Forschung“ die Möglichkeit, Naturgesetze mittels der induktiven Methode aus der Beobachtung der Wirklichkeit abzuleiten:

„Nach unserer Auffassung aber gibt es keine Induktion. Der Schluß von den durch „Erfahrung“ verifizierten besonderen Aussagen auf die Theorie ist logisch unzulässig, Theorien sind somit niemals empirisch verifizierbar. Wollen wir den positivistischen Fehler, die naturwissenschaftlich-theoretischen Systeme durch das Abgrenzungskriterium auszuschließen, vermeiden, so müssen wir dieses so wählen, dass auch Sätze, die nicht verifizierbar sind, als empirisch anerkannt werden können.

Nun wollen wir aber doch nur ein solches System als empirisch anerkennen, das einer Nachprüfung durch die „Erfahrung“ fähig ist. Diese Überlegung legt den Gedanken nahe, als Abgrenzungskriterium nicht die Verifizierbarkeit, sondern die Falsifizierbarkeit des Systems vorzuschlagen; mit anderen Worten: Wir fordern zwar nicht, dass das System auf empirisch-methodischem Wege endgültig positiv ausgezeichnet werden kann, aber wir fordern, dass es die logische Form des Systems ermöglicht, dieses auf dem Wege der methodischen Nachprüfung negativ auszuzeichnen: Ein empirisch-wissenschaftliches System muss an der Erfahrung scheitern können.“ [Popper 1935, S. 13]

Die Existenz von Theorien, Begriffen und Auffassungen soll hingenommen werden, ohne die Methode ihres Zustandekommens zu hinterfragen: *„Wir haben die Tätigkeit des wissenschaftlichen Forschers eingangs darin charakterisiert, daß er Theorien aufstellt und überprüft.“ [ebenda, S. 11]* Das vollständige Verwerfen der induktiven

Methode, die Bestandteil jahrhundertelanger erfolgreicher Naturwissenschaft ist, errichtet den erkenntnistheoretischen Freiraum, alle möglichen Systeme und Gesetze alleine durch Deduktion zu „erfinden“, die alle gleichwertig und so lange wahr sind, bis sie falsifiziert werden. Superstrings, eingerollte hochdimensionale Räume, Urknall - alles ist wissenschaftlich erlaubt, solange die Theorie einzelne Aussagen liefert, die mit einzelnen Messdaten übereinstimmen. Tatsächlich können sich materialistische Erkenntnisse nur in der grundlegenden Einheit von Theorie und Praxis als aufstrebender unendlicher Erkenntnisprozess entwickeln. Die Dialektik von induktiver und deduktiver Methode ist grundlegend für ein Eindringen der Naturwissenschaft in immer neue Stufen und Bewegungsformen der Materie und ihren systemischen Gesamtzusammenhang. Die Bestätigung einer Theorie durch Anwendung in der Praxis ist das Kriterium der Wahrheit. Eine Wahrheit, die niemals abgeschlossen sein wird, indem sie ein unendlicher dialektischer Prozess der Annäherung der relativen menschlichen Erkenntnis an die absolute Wahrheit, also die objektive Wirklichkeit ist.

Idealistische Ablehnung von Entwicklungsgesetzen

Den Hauptangriff richtet Popper in seiner philosophischen Kampfschrift „Das Elend des Historizismus“ auf die Möglichkeit einer wissenschaftlichen Entwicklungstheorie der Materie, des

Lebens oder gar einer Gesellschaft: „Kann es aber ein Gesetz der Evolution geben? (...) Ich bin der Ansicht, daß diese Frage mit „Nein“ beantwortet werden muss und daß die Suche nach dem Gesetz der „Unabänderlichen Ordnung“ der Entwicklung keineswegs in den Aufgabenbereich der wissenschaftlichen Methode fallen kann, gleichgültig, ob es sich um die Biologie oder die Soziologie handelt. Meine Gründe dafür sind sehr einfach. Die Entwicklung des Lebens auf der Erde und der menschlichen Gesellschaft ist ein einzigartiger historischer Prozess. Wie wir annehmen können, spielt sich ein solcher Prozess gemäß einer ganzen Anzahl verschiedener kausaler Gesetze ab, etwa nach den Gesetzen der Mechanik, der Chemie, der Vererbung und Segregation, der natürlichen Zuchtwahl usw. Seine Beschreibung ist jedoch kein Gesetz, sondern nur ein singulärer historischer Satz.“ [Popper 1965, S. 85 ff]

Ein glatter Rückfall über hundert Jahre nach Darwins bahnbrechender Evolutionslehre! Als ob das Zusammenwirken von verschiedenen gesetzmäßigen Prozessen und Zufällen nicht immer die Grundbedingung für die Entwicklung komplexer Materieformen wie des Lebens ist, was unter geeigneten Bedingungen gesetzmäßig auftritt und kein singulärer historischer Zufall ist, auch wenn der konkrete Verlauf vielen Zufällen unterliegt. Auch der dialektische Materialismus lehnt die Existenz eines „Gesetz der „Unabänderlichen Ordnung“ der Entwicklung“ ab, denn ein solches Gesetz wäre seinem

Gehalt nach metaphysisch. Popper lehnt in seinem polemischen Buch selbst die Existenz von damals schon allgemein akzeptierten Entwicklungsgesetzen von Sonnensystemen aus Staubwolken ab. Er anerkennt ausschließlich den gesetzmäßigen Charakter von ewig sich „wiederholender Himmelsmechanik“ [ebenda, S. 89] – so viel zu seiner Verballhornung von „Entwicklung“ als „Unabänderliche Ordnung“. Popper gibt damit die erkenntnistheoretische Rechtfertigung des Zerfalls der Naturwissenschaft in Spezialgebiete und der Loslösung der Theorie von der Wirklichkeit. Die Ablehnung der Existenz von Entwicklungsgesetzen ist ein Kern des wissenschaftstheoretischen ideologischen Überbaus der seit Beginn des 20. Jahrhunderts von Krisenentwicklungen geschüttelten kapitalistischen Gesellschaft. Obwohl viele Naturwissenschaftler in ihren einzelnen Forschungen spontan und intuitiv die materialistisch-dialektische Methode anwenden und ein natürliches Verhältnis zur materialistischen Weltanschauung besitzen (vom Positivismus attackiert als „naiver Realismus“), kann sich die Naturwissenschaft ohne Herstellung einer Bewusstheit über diese Fragen nicht frei von den ideologischen Krisenwirkungen machen.

Über den Charakter von Naturgesetzen

Im Zusammenhang mit den Naturgesetzen schreibt Hegel: „Das Gesetz ist die Reflexion der Erscheinung in die Identität mit sich. (...)“

Diese Identität, die Grundlage der Erscheinung, welche das Gesetz ausmacht, ist ihr eigenes Moment. (...) Das Gesetz ist daher nicht jenseits der Erscheinung, sondern in ihr unmittelbar gegenwärtig; das Reich der Gesetze ist das ruhige (hervorgehoben von Hegel) Abbild der existierenden oder erscheinenden Welt.“ [Hegel 1813, S. 173]

Und Lenin merkt dazu an: *„Das ist eine ausgezeichnet materialistische und wunderbar treffende (mit dem Wort „ruhige“) Bestimmung. Das Gesetz ist das Dauerhafte (Bleibende) in der Erscheinung. Das Gesetz = das ruhige Abbild der Erscheinungen nimmt das Ruhige - und darum ist das Gesetz, jedes Gesetz, eng, unvollständig, annähernd. (...) Das Gesetz ist die Widerspiegelung des Wesentlichen in der Bewegung des Universums. Die Erscheinung ist reicher als das Gesetz.“ [Lenin 1914, S. 141]*

Alle Naturgesetze, so gut sie sich zur Erklärung und Lösung des einen oder anderen Problems bewährt haben, tragen immer das Moment der Vereinfachung in sich. Die Ablehnung einer wissenschaftlichen Entwicklungstheorie der Materie durch den Positivismus geht absurderweise damit einher, einzelne Näherungsmodelle zu Dogmen zu erheben, die von Symmetrien, mathematischen Überkonstruktionen, oder gar einer „Weltformel“ abgeleitet werden könnten. Gerade die Suche nach einer solchen Weltformel ist nichts anderes als die Suche nach einer endgültigen, für alle Ewigkeit unveränderlichen Wahrheit, welche der reichhaltigen Erkenntnis der

Physik über die wechselseitige Bedingtheit der Entwicklung von Materiesystemen und ihrer dialektischen Bewegungsgesetze diametral entgegengesetzt ist.

Eine treffende Kritik an der reduktionistischen Erklärung von Naturgesetzen über eine „Weltformel“ durch Eigenschaften elementarer „Grundbausteine“ führt der Physik-Nobelpreisträger Bob Laughlin: *„Die natürliche Welt wird regiert sowohl von wesentlichen Grundbausteinen / Elementen als auch von mächtigen Prinzipien der Organisation, die sich aus ihnen bilden. Diese Prinzipien sind in dem Sinne transzendent, dass ihre Gültigkeit bestehen bleibt, selbst wenn die wesentlichen Elemente sich etwas ändern. (...) In anderen Worten, entwickeln sich die Naturgesetze, die wir wahrnehmen, durch kollektive Selbstorganisation und brauchen wirklich kein Wissen über ihre Bestandteile, um verstanden und angewendet zu werden.“ [Laughlin 2005, S. IX]*

Tatsächlich entstehen qualitativ neue Eigenschaften im kollektiven Zusammenwirken ihrer Bestandteile. Struktur und Bewegung der individuellen Komponenten werden zum Bestandteil des kollektiven Systemverhaltens. Schon eine kleine Temperaturerhöhung kann einen Festkörper mit Scherelastizität in einen flüssigen Zustand überführen, beispielsweise Eis zu flüssigem Wasser. Schlagartig bricht an der Übergangstemperatur die Schersteifigkeit zusammen und an der Stelle elastischer Gesetze des festen Zustands treten neue hydrodynamische

Gesetzmäßigkeiten der Flüssigkeiten. Auch andere Materieformen wie Elektronen, Neutronen, Atomkerne, der magnetische Fluss oder gar ein Kollektiv aus Seifenblasen können gasförmige, flüssige oder feste Aggregatzustände einnehmen, mit entsprechenden mechanischen oder hydrodynamischen Bewegungsgesetzen. Es sind kollektive Ordnungen bzw. Bewegungen von Materiebausteinen, die solch makroskopische Eigenschaften mit spezifischen Gesetzmäßigkeiten hervorbringen.

Weder können die vielfältigen Strukturen der Materie auf ein „Urmaterieteilchen“ reduziert werden, noch die Vielfalt der Naturgesetze auf ein „Urgesetz“. Wie in der biologischen Evolution weder die Henne noch das Ei zuerst vorhanden waren, sondern beide im Prozess der Entwicklung der Arten entstanden, so entwickeln sich Materieformen im Mikro- und Makrokosmos mit ihren Bewegungsgesetzen in einem wechselseitigen, dialektischen Prozess. Auf verschiedenen Strukturebenen der Materie bilden sich qualitative neue Gesetzmäßigkeiten heraus. Auch die Dialektik der Natur ist kein „Urgesetz“, sondern muss in der konkreten Wirklichkeit aufgefunden werden und entwickelt mit jeder Entwicklungsstufe der Materie neue Seiten.

Entwicklung aus sich selbst heraus durch Selbstorganisation

Impulse zum Studium der Gesetze der Selbstorganisation von komplexen Systemen kamen in den 1930er Jahren u. a. von dem sowjetischen Physiker Lev Landau, der in seiner Theorie der Phasenübergänge Erkenntnisse aus verschiedenen wechselwirkenden Vielteilchensystemen (Atome, magnetische Momente, Elektronen etc.) verallgemeinerte. Er erklärte, wie trotz chaotischer Einzelbewegungen der einzelnen Teilchen spontan Ordnungen in Form von Phasen auftreten, die durch das Auftreten neuer kollektiver Größen (Festigkeit, Ferromagnetismus, Supraleitung etc.) bestimmt sind. In den 1950er Jahren kamen Impulse durch die Entwicklung der Kybernetik als der Wissenschaft der Selbststeuerung von Systemen durch Rückkopplung. Auch scheinbar chaotische Systeme, wie Moleküle mit einer thermischen Zufallsbewegung in Gasen und Flüssigkeiten, entwickeln im getriebenen Zustand weit weg vom Gleichgewicht Ordnungen. Beispiele sind der Übergang von der Diffusion hin zur laminaren bzw. zur turbulenten Strömung oder der Übergang von Wärmetransport durch Diffusion zu Konvektionsbewegung in geordneten Zellen.

Der Chemie-Nobelpreisträger Ilya Prigogine entwickelte in den 1970er Jahren aus experimentellen Untersuchungen biochemischer Prozesse die Theorie, dass die Minimierung der Energiedissipation eine

ordnende Wirkung in der Entwicklung von komplexen Strukturen weit weg vom Gleichgewicht hat. Er zeigte auf, dass abhängig vom Grad des Nichtgleichgewichts eine Reihe von Musterbildungen in chemischen Reaktionen auftritt, die scharf durch Instabilität getrennt sind [Prigogine 1977]. Er schlussfolgert für die Entwicklung des Kosmos: „Das Universum kann - ebenso wie die Entstehung des Lebens - nur das Ergebnis einer Aufeinanderfolge von Instabilitäten sein.“ [Prigogine & Stengers 1993, S. 296] Konsequenz zu Ende gedacht, wäre das eine prinzipielle Kritik an der Urknalltheorie. Obwohl er sich nicht vollständig von ihr lösen konnte, entwickelte er die Überlegung, dass sich das „Quantenvakuum“ in einem Phasenübergang in entwickelte Formen der Materie und Gravitation umwandelt. [ebenda, S. 300]

Wichtige Beiträge zur Verallgemeinerung dialektischer Gesetze der Selbstorganisation entstanden in den 1980er Jahren durch den Physiker Herrmann Haken. Anhand der Bildung von geordneten Strukturen der Materie bei der Erzeugung von Laserlicht und in stabilen Strömungszellen verallgemeinerte er, dass die Herausbildung widerstrebender kollektiver Bewegungsformen und ihre Konkurrenz und ihr Zusammenwirken ein Grundgesetz der Entwicklung durch Selbstorganisation ist [Haken 1981, 2004]. In der Selbstorganisation kommt wesentlich die Dialektik von Zufall und Notwendigkeit zum Ausdruck. Beispielsweise bestimmt in stabilen dynamischen Zuständen der

Konvektionszelle die kollektive geordnete Bewegung die individuelle Bewegung, „die Ordnung versklavt die Einzelteile“. Dagegen spielen für den sprunghaften Übergang zwischen verschiedenen Mustern der Konvektionszellen die Zufallsfluktuationen und ihr Zusammenwirken eine entscheidende Rolle für die Destabilisierung der einen und der Stabilisierung einer anderen Ordnung.

Der Physik-Nobelpreisträger Hannes Alfvén entwickelte basierend auf der Untersuchung der Gesetze der Selbstorganisation in Plasmen eine Theorie der elektrodynamischen Entwicklung von Sternen und Galaxien aus sich selbst heraus [Alfvén 1984], die vom US-Physiker Eric Lerner in seinem kritischen Buch „The big bang never happened“ [Lerner 1992] aufgegriffen wurde. Sie betrachten jedoch alleine die elektromagnetische Strukturbildung der Materie und vernachlässigen die Existenz anderer tieferer Strukturebenen der Materie. Der Physiker Josef Lutz entwickelte aufbauend auf der Zusammenfassung der experimentellen Beobachtung von Struktur und Entwicklung verschiedener Materiesysteme im Makrokosmos eine grundsätzliche Kritik an der Urknalltheorie [Lutz 1991]. Er zeigte aufbauend auf Arbeiten von V. A. Ambarzumjan [Ambarzumjan 1976] auf, dass ähnlich wie beim Entwicklungsprozess von Sternen auch die Strukturebene der Galaxien einem Entwicklungsprozess unterliegt, bei dem die Galaxien verschiedene Phasen ihrer Entwicklung durchlaufen.

Was bis heute jedoch aussteht, ist die Untersuchung des Gesamtzusammenhangs und wechselseitigen Bedingtheit dieser Entwicklungsprozesse im Makrokosmos mit denen im Mikrokosmos.

Warum ein neuer dialektischer Ätherbegriff notwendig ist

Eine dialektisch-materialistische Entwicklungstheorie der Materie im Kosmos erfordert daher heute eine systemische, alle Strukturebenen der Materie und ihre Wechselwirkungen einbeziehende Betrachtung und dabei auch die Prägung neuer treffender dialektischer Begriffe. Das berührt insbesondere den „Ätherbegriff“. Weder der mechanische Ätherbegriff noch der des „Vakuums“ noch der Begriff des Feldes sind zur Qualifizierung dieser neuen Strukturebene geeignet.

Felder als Ausdruck von Anregungen, Spannungen oder Ordnungen sind immer nur Ausdruck von materiellen Prozessen. Ein neuer Ätherbegriff ist gerade notwendig, um die Einheit der verschiedenen Felder (elektromagnetisches Feld, Felder der Gravitation, der starken und schwachen Kernkraft, der Materiewellen etc.) in einer neuen Strukturebene der Materie aufzufinden. Auch wenn der Begriff des „Vakuums“ in den letzten Jahrzehnten einem subtilen Bedeutungswandel in Richtung „Grundzustand eines Vielteilchensystems“ unterlag, ist letztlich „Vakuum“ weltanschaulich mit der Vorstellung einer „Leere“ und seiner Bewegungen als

„Anregungen des Nichts“ verbunden. Es wird daher der neue Begriff Quantenäther in diesem Buch verwendet. Dieser Begriff knüpft an der fortschrittlichen Rolle des Ätherbegriffs in der Wissenschaftsgeschichte an [Steimle 1998]. In Abgrenzung zu den mechanischen Begriffsbildungen des 19. Jahrhunderts werden durch den Zusatz „Quanten-“ jedoch die revolutionären Veränderungen unserer Erkenntnis über diese neue Strukturebene der Materie durch Quantenflüssigkeiten in Rechnung gestellt.

Andere Begriffe sind dafür teilweise in Gebrauch wie zum Beispiel Quanten-Vakuum, Planck-Medium [Volovik 2003], Dirac-See [Dirac 1930] oder kontinuierliche Materie [Dickhut 1987]. Der Begriff „Dirac-See“ ist historisch eine erste Annäherung aus der relativistischen Quantentheorie an diese neue Stufe der Materie. Er ist jedoch als Begriff zu sehr mit dem speziellen Modell von Dirac verknüpft. Der Begriff „kontinuierliche Materie“, der als Ersatz für den „Ätherbegriff“ erstmals von W. Dickhut in den 1940er Jahren vorgeschlagen wurde [Dickhut 1987], ist ein allgemeiner Gegenpol zum Begriff „Teilchen, Korpuskel“. In seiner bemerkenswerten Studie „Materialistische Dialektik und bürgerliche Naturwissenschaft“ verarbeitete er die damaligen Erkenntnisse der Quantenphysik zu einer dialektischen Theorie der Entwicklung von Teilchen aus dem Kontinuum, in Kritik sowohl an idealistischen Deutungen als auch an mechanischen Vorstellungen, die mit dem

Äther-Begriff verbunden waren. Mit der Erforschung der Quantenflüssigkeiten entwickelte sich seither ein Verständnis, wie ein Kollektiv diskreter Teilchen ein Kontinuum bilden kann, in dem ihre individuelle Bewegung sich vollständig in die des Kollektivs aufhebt. Wir wissen heute, dass der Quantenäther nicht nur Teilchen als Entwicklungsprodukte hervorbringt, sondern selbst wiederum aus kondensierten Materieformen besteht. Dies wird durch das Auftreten verschiedener Aggregatzustände (Dirac-Phase, elektroschwache Phase, Quark-Gluon-Plasma) bewiesen. Der Begriff „kontinuierliche Materie“ ist daher vom Stand der heutigen Erkenntnis nicht mehr geeignet, während der Begriff „Quantenäther“ die revolutionären Erkenntnisse aus der Forschung an Quantenflüssigkeiten in Kritik am mechanischen Ätherbegriff verarbeitet.

Dialektik der Selbstorganisation der Materie

Der Kampf der zwei Richtungen in der modernen Naturwissenschaft strebt einer Entscheidung zu. Mit der Entwicklung immer neuer Beobachtungsinstrumente und -verfahren dringt die Naturwissenschaft immer tiefer in den Mikrokosmos und den Makrokosmos vor. Jede einmal als „elementar“ angesehene Strukturebene der Materie entpuppte sich wieder als aus neuen tieferen Materieschichten zusammengesetzt. Jede im Makrokosmos deklarierte größte Struktur wurde durch

die Entdeckung noch größerer Strukturen abgelöst. Ohne eine bewusste, von einer fortschrittlichen Weltanschauung geleitete Verarbeitung der Einzelerkenntnisse ist jedoch die Krise der Physik nicht zu überwinden.

Die Erkenntnisse der unbegrenzten Formen der Materie und ihrer Bewegungen, Umwandlung und Entwicklung aus sich selbst heraus bestätigen und bereichern glänzend die dialektisch-materialistische Grundauffassung von Marx und Engels, dass die Entwicklung der Materie durch Kampf und Einheit von Gegensätzen und ihre Durchdringung getrieben wird und unendlich ist. Engels erklärt in „Dialektik der Natur“: *„Die ganze uns zugängliche Natur bildet ein System, einen Gesamtzusammenhang von Körpern, und zwar verstehn wir hier unter Körpern alle materiellen Existenzen vom Gestirn bis zum Atom, ja bis zum Ätherteilchen, soweit dessen Existenz zugegeben. Darin, daß diese Körper in einem Zusammenhang stehn, liegt schon einbegriffen, daß sie aufeinander einwirken, und diese ihre gegenseitige Einwirkung ist eben die Bewegung. Es zeigt sich hier schon, daß Materie undenkbar ist ohne Bewegung. Und wenn uns weiter die Materie gegenübersteht als etwas Gegebenes, ebensosehr Unerschaffbares wie Unzerstörbares, so folgt daraus, daß auch die Bewegung so unerschaffbar wie unzerstörbar ist. Diese Folgerung wurde unabweisbar, sobald einmal das Universum als ein System, als ein Zusammenhang von Körpern erkannt war.“* [Engels 1883, S. 355]

Auch die dialektische Methode entwickelt sich mit neuen revolutionären Umwälzungen im Erkenntnisfortschritt der Menschheit weiter. Neue dialektische Bewegungsgesetze müssen bewusst für eine Entwicklungstheorie der Materie im Kosmos verallgemeinert werden. Dies erfordert gesellschaftliche Verhältnisse, in denen die Naturwissenschaft und Technik nicht mehr dem egoistischen Interesse einer Minderheit unterworfen ist, die wirklich frei sind und in denen deshalb auch die weltanschauliche Beherrschung der Naturwissenschaften durch den Positivismus überwunden wird. Der Positivismus richtet sich mit Reduktionismus, Pragmatismus, Vereinzelung und idealistischen Konstrukten gegen den Prozess der unendlichen Analyse und Synthese zur schrittweisen Aufstellung einer systemischen Entwicklungstheorie des Kosmos aus sich selbst heraus. Solch ein systemischer Blickwinkel ist jedoch nicht nur naturwissenschaftlich interessant, sondern für die Entwicklung der Einheit von Mensch und Natur und damit der Zukunft der Menschheit unabdingbar. Dies wird letztlich nur durch die Schöpfung des ganzen Potenzials menschlicher Erfahrung und Wissens und als kollektive Anstrengung vieler Menschen möglich sein.

Das neue Bild des Kosmos, das sich Bahn bricht, ist keine Einbahnstraße der Entwicklung. Es ist auch keine reduktionistische Einbahnstraßen-Hierarchie der Systeme, nach der die Materieformen

im Mikrokosmos „von unten nach oben“ den Makrokosmos hervorbringen. Es wird deutlich, dass Struktur und Bewegung der Materie im Makrokosmos genauso die Struktur und Kräfte der subatomaren Teilchen und ihre Fähigkeit zur Struktur- bildung auf höherer Stufenleiter bestimmen wie umgekehrt. Eine dialektisch- materialistische Entwicklungstheorie der Materie aus sich selbst heraus durch Selbstorganisation muss also von der Analyse und Synthese der Herausbildung und Entwicklung einzelner Strukturebenen der Materie zur wechselseitigen Bedingtheit aller wesentlicher Systeme und Bewegungen, zum Verständnis der Selbstorganisation und Umwandlung der Materie auf allen Strukturebenen in einem unendlichen Prozess voranschreiten.

2. Selbstorganisation in Vielteilchensystemen

Nahezu die gesamte Materie in unserer Alltagswelt besteht aus Atomen. 118 verschiedene chemische Elemente sind bis heute bekannt, die sich in der Anzahl der Kernbausteine und der Elektronen in ihrer Atomhülle unterscheiden. Chemische Verbindungen von gleichen oder unterschiedlichen Atomsorten sind die Grundlage für die Entstehung einer nahezu unendlichen Vielfalt von Molekülararten, von einfachen Molekülen wie dem Wasserstoff H_2 , bis hin zu komplexen Aminosäuren und Proteinen. Diese bestehen aus Tausenden von Atomen und bilden die Grundbausteine des Lebens. Leben mit seinen vielfältigen chemischen, biologischen, psychischen und sozialen Prozessen stellt sicherlich die uns heute bekannte komplexeste Form der Materie dar.

Schon in der unbelebten Materie treten äußerst vielfältige und komplexe Strukturen auf, die aus dem kollektiven Verhalten von Vielteilchensystemen durch Selbstorganisation entstehen. Ein Vielteilchensystem aus Atomen kann verschiedene Aggregatzustände ausbilden von fest, flüssig, gasförmig bis zum Plasmazustand. In ihnen bilden Atome periodisch ferngeordnete, nahgeordnete oder irreguläre Strukturen aus. Verschiedene Ordnungen der Teilchen werden allgemein als Phasen bezeichnet. Der Typ der Ordnung und die dabei entstehenden kollektiven Bewegungsformen sind durch Kampf und Einheit von Anziehung durch Aufbau von

atomaren Bindungen und Abstoßung durch thermische Bewegung bestimmt. Vielteilchensysteme bringen dabei in jeder Phase qualitativ unterschiedliche Eigenschaften hervor, die weitgehend unabhängig sind von ihrer Zusammensetzung. In ihren mechanischen Eigenschaften ist die feste Phase durch Volumenelastizität, Scherelastizität und Plastizität, die flüssige Phase durch Inkompressibilität und Viskosität und die gasförmige Phase durch eine hohe Kompressibilität und geringe Viskosität bestimmt. Dieses Systemverhalten der Phasen hängt nur wenig von der chemischen Zusammensetzung ihrer individuellen Atome, jedoch stark von den kollektiven Bewegungsmoden ab. Der Übergang zwischen diesen Zuständen erfolgt sprunghaft in Phasenübergängen und ist mit dem Auftreten neuer physikalischer Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten verbunden.

Zufall und Notwendigkeit greifen bei der Bildung einer unendlichen Vielfalt von Strukturen ineinander und bedingen sich gegenseitig. Selbst die relativ einfachen Moleküle des Wassers bilden nicht nur die Aggregatzustände fest, flüssig und gasförmig. In Schneeflocken kristallisieren sie in einer unendlichen Vielfalt an Eiskristallen, welche alle hexagonale Symmetrie besitzen, wobei sich jedoch jedes individuell vom anderen unterscheidet. Ihre Strukturbildung wird durch die Gesetzmäßigkeiten der Selbstorganisation

bestimmt, die universell die Bewegung und Struktur von Vielteilchensystemen bestimmen. Sie zu bestreiten und sie wie Karl Popper als „singuläre historische Sätze“ abzutun, bringt eine ungeheure Ignoranz gegenüber ganzen Forschungsrichtungen der Materialwissenschaft und der Dynamik

komplexer Systeme zum Ausdruck. Dies betrifft erst recht die Selbstorganisation in Nichtgleichgewichtssystemen, in denen Ausgleichsvorgänge durch Transport von Materie und Energie gesetzmäßig zu völlig neuen Formen der Strukturbildung führen.

2.1 Die Daseinsweise von Atomen in Phasen

Die Bildung von verschiedenen Phasen ist eine grundlegende Eigenschaft aller Vielteilchensysteme. Betrachten wir eine verschneite Winterlandschaft mit einem See, dessen Oberfläche zugefroren ist. Die Komplexität der Natur, die bei einem solchen Anblick zu Tage tritt, hat vor allem mit dem Zusammenspiel der unterschiedlichen Bestandteile zu tun: Schneebedeckte Wälder, glatte Wasseroberflächen und Eisflächen, Wolken, ein reißender im turbulenten Fluss befindlicher Bergbach oder tropfende Eiszapfen an einem Ast (Abbildung 2).

Wesentlich für diese Reichhaltigkeit an Strukturen der Materie ist die Gesetzmäßigkeit der Phasenbildung:

- Die Existenz verschiedener Phasen chemisch homogener Systeme, wie beispielsweise des Wassers, das im festen, flüssigen und gasförmigen Zustand unterschiedliche mechanische, thermische und optische Eigenschaften aufweist.
- Die Koexistenz dieser Phasen unter geeigneten Bedingungen mit der Bildung von



scharf definierten Phasengrenzflächen, in denen eine Phase diskontinuierlich in eine andere übergeht. Dies erhöht nicht nur die Vielfalt an Strukturen. Phasengrenzflächen sind dynamische Strukturen: Ständig verdampft Wasser aus der Flüssigkeit, bildet Wolken und regnet bzw. schneit wieder ab. Wetterlage, Tagesverlauf und Jahreszeit bestimmen Phasengleichgewicht und Phasenübergänge über Temperatur, Druck und Strömungsverhältnisse.

- Die Existenz von Phasen chemisch inhomogener Systeme, bestehend aus verschiedenen Elementen und Molekülen. Sie können sich nicht nur vermischen. Vielmehr differenzieren sie in eine Vielfalt unterschiedlicher Phasen mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, Aggregatzuständen und physikalisch-chemischen Eigenschaften.

Selbst ein einfaches Vielteilchensystem, welches nur aus einer einzigen Sorte von Molekülen besteht wie beispielsweise Wassermoleküle, kann eine erstaunliche

Abbildung 2: Koexistenz verschiedener Phasen von Wasser. Links: Schneeschmelze in den Rocky Mountains mit Koexistenz fester (Schnee-Eis), flüssiger (See, Tropfen) und gasförmiger (Wolken) Phasen. Mitte: Schmelzender Eiszapfen mit Phasengrenzen zwischen fest-flüssig, fest-gasförmig und flüssig-gasförmig. Rechts: Eiskristall in Form einer Blume. Bild links: Scott Bauer, Mitte: Serge Melki, Rechts: Annick Monnier .

Vielfalt an verschiedenen Strukturen ausbilden. Die sich bildenden Aggregatzustände, sind von den widersprüchlichen inneren Kräften der Anziehung durch Bindung und Abstoßung durch Temperaturbewegung bestimmt. Die Entfaltung der widersprüchlichen Kräfte hängt von den Zustandsgrößen Druck und Temperatur ab. Während in der festen Phase die Bindung die Hauptseite bildet und atomare Bewegungen auf Schwingungen und Hüpfprozesse begrenzt sind, bildet in der gasförmigen Phase die Temperaturbewegung die Hauptseite und die Bindung beschränkt sich auf Stöße der Atome.

Ein Beispiel: Phasen und Strukturen des Wassers

Die Eigenschaften der verschiedenen Phasen des Wassers haben nicht nur die Erdoberfläche entscheidend geformt, sondern sind eine wesentliche Grundlage der Entstehung des Lebens vor etwa 3,6 Milliarden Jahren in den Urozeanen. Wasser in der flüssigen Phase ermöglicht eine hohe Beweglichkeit der in ihm gelösten Moleküle. Dabei besitzt es als polares Molekül die Fähigkeit, verschiedene Stoffe zu lösen, wirkt gegen ihre Aggregation und fördert den Transportprozess. Diese Eigenschaften sind grundlegend für die Fähigkeit komplexer organischer Moleküle, sich selbst zu reproduzieren und einen Zustand lebender Zellen zu bilden, in dem sie einen Stoffwechsel mit ihrer Umgebung eingehen. Dazu