

PAUL MCGARR



ENGELS UND DIE
NATURWISSENSCHAFT

Für internationalen Sozialismus und Arbeiterdemokratie

Internationale Sozialisten

Paul McGarr: Engels und die Naturwissenschaften

(in: The Revolutionary Ideas of Fredrick Engels. in "International Socialism" No 65, London 1995) - Übersetzung aus dem Englischen: A. Holberg

Engels und Marx waren ihr Leben lang an Naturwissenschaft interessiert. Beide verstanden ihre politische Haltung als eine, die aus einer materialistischen Weltanschauung erwuchs und in der Wissenschaft ein integraler Bestandteil war. Wissenschaft, sagte Marx, »ist die Grundlage allen Wissens«.¹

Von den beiden Begründern des Marxismus war es Engels, der die Naturwissenschaften intensiver verfolgte. Er plante ein größeres Werk, in dem er seinen Ansatz gegenüber der Naturwissenschaft, ihrer Geschichte, ihrem Platz in der Gesellschaft und die in ihrem Zusammenhang stehenden philosophischen Diskussionen darlegen wollte - beendete es aber nie. Was davon geblieben ist, sind Notizen - einige vollständige Kapitel, andere in einer sehr rohen Form - die zusammengetragen und als "Die Dialektik der Natur" veröffentlicht wurden.² Engels konnte seine Ideen nie vollständig entwickeln. Er war gezwungen, die Arbeit an "Die Dialektik der Natur" abzubrechen, um sich mit Diskussionen innerhalb der damals wachsenden sozialistischen Bewegung auseinanderzusetzen. In Deutschland war ein heute längst vergessener Professor namens Dühring in Teilen der deutschen Arbeiterbewegung in Mode gekommen. Engels wurde von Marx, der am "Kapital" arbeitete, gedrängt, eine Polemik gegen Dühring zu schreiben.

Diese Arbeitsteilung zwischen den beiden Männern war typisch. Engels übernahm dabei üblicherweise die Aufgabe, ihre gemeinsamen Ansichten in der Öffentlichkeit zu verteidigen. Engels ging nicht mit Begeisterung an die Arbeit. Er schrieb an Marx: »*Du hast gut reden. Du kannst im warmen Bett liegen bleiben und die Agrarfrage in Rußland im besonderen und die der Rente im allgemeinen studieren, ohne daß Dich irgendetwas stört. Ich aber muß auf der harten Bank sitzen, den kalten Wein runterspülen und plötzlich wieder alles unterbrechen, um den langweiligen Dühring anzugehen.*«³

Dührings Argumente haben wenig Substanz, und Engels machte sich über das, was er als Dührings "aufgeblasene Pseudowissenschaft" bezeichnete, in der er "über alle möglichen und auch einige andere Sachen spricht", lustig.⁴ Trotzdem ergriff Engels in seiner als "Anti-Dühring" bekannten Polemik die Gelegenheit, die grundlegende Weltanschauung, so wie er sie mit Marx teilte, darzulegen. Da Dühring sich der Naturwissenschaften bedient hatte, um einige seiner Argumente zu rechtfertigen, antwortete Engels, indem er einige seiner eigenen Gedanken über die Naturwissenschaften klar machte. Engels beabsichtigte, die Arbeit an "Die Dialektik der Natur" wieder aufzunehmen, wurde daran aber durch den Tod von Marx gehindert. Der größte Teil der Energie von Engels ging in der Folge dahin, das unfertige "Kapital" von Marx für die Veröffentlichung vorzubereiten und auch dahin, den zunehmenden Bitten nach der Verteidigung des Marxismus innerhalb der sozialistischen Bewegung nachzukommen.

Nichtsdestoweniger ist es trotz der Unvollständigkeit des Engel'schen Projekts möglich, eine ziemlich klare Vorstellung von seinen Ideen bezüglich der Naturwissenschaften zu

¹ zitiert im Vorwort zu Engels: "Die Dialektik der Natur", MEW Bd. 20,

² Die Notizen, die "Die Dialektik der Natur" ausmachen, wurden erst viele Jahre nach Engels Tod 1927 veröffentlicht.

³ Sheehan, H.: "Marxism and the Philosophy of Science." New Jersey 1993, S.26. Dieses Buch ist ein nützlicher Führer durch die Wissenschaftsdiskussion innerhalb der marxistischen Tradition.

⁴ ebenda S. 30

bekommen. Seit damals sind diese Ansichten Thema einer heißen Diskussion sowohl unter Marxisten als auch zwischen Marxisten und Gegnern des Sozialismus. Dabei wurden Engels' Ansichten sowohl von seinen Gegnern wie von vielen Mächtigen-Freunden verzerrt.

Die üblichen Vorwürfe gegen Engels sind zweifach. Einerseits wird er eines kruden und mechanischen Materialismus beschuldigt, andererseits jedoch wird er beschuldigt, Gedanken von dem idealistischen Philosophen Hegel zu übernehmen, die keinen Platz in einer materialistischen Weltanschauung hätten. Es gelingt den Gegnern von Engels oft, ihn in einem Atemzug beider Fehler zu bezichtigen, ohne den Widerspruch zu bemerken. In der Tat geht es bei Engels' ganzem Schreiben über die Naturwissenschaften darum, gegen die beiden Anschauungen zu polemisieren, die seine Gegner ihm zuschreiben.⁵ John Rees befaßt sich an anderer Stelle in diesem Buch im Einzelnen mit vielen dieser Angriffe auf Engels.⁶

Das Ziel dieses Aufsatzes besteht darin, darzustellen, was Engels in seinen Schriften über die Naturwissenschaften gesagt hat. Dabei werde ich Engels Worte ausführlich und verschiedentlich in voller Länge zitieren, da sie allzuoft auf der Grundlage von groben Verfälschungen angegriffen worden sind. Danach werden die Argumente von Engels untersucht, um festzustellen, wie sie sich gegenüber den enormen Entwicklungen in den Naturwissenschaften im Jahrhundert nach seinem Tod behauptet haben.

Naturgeschichte und Wissenschaftsgeschichte

Engels begrüßte enthusiastisch jeden Fortschritt im wissenschaftlichen Verständnis der Welt. Er stellte diese Haltung in den Kontext der Schlacht zwischen den zwei in der Geschichte der Menschheit grundlegenden Arten des Verstehens der Welt, des Materialismus und des Idealismus. Die Grundannahme des Materialismus ist die, daß es eine objektive Welt gibt, die unabhängig von und schon vor den Menschen, menschlichen Ideen und Bewusstsein - oder auch denen irgendeines vermeintlichen Gottes - existiert. Die meisten Materialisten würden auch sagen, daß die Welt definitive Art und Weisen hat, sich zu verhalten, Gesetze, die entdeckt und verstanden werden können. Dem Materialismus in seinen verschiedenen Formen wurde schon seit langem ein anderer Ansatz entgegengesetzt, der Idealismus. Das ist die Vorstellung, daß die Welt abhängig ist von und keine Existenz hat getrennt von irgendeiner Idee oder dem Bewußtsein. Das bedeutete meistens irgendeine

⁵ Weit von einer solchen rigiden, mechanisch deterministischen Anschauung entfernt, für die Engels häufig angegriffen wird, greift er z.B. immer wieder einen solchen Ansatz an. Das ist in der Tat in solch einem Maße der Fall, daß man sich oftmals fragt, ob diese Gegner Engels überhaupt je gelesen haben! Rigidier Determinismus in Naturwissenschaften im 19. Jahrhundert wurde am besten durch den französischen Wissenschaftler Pierre Laplace vertreten. Er behauptete, daß das Ergebnis moderner Wissenschaft ein allumfassender Determinismus sei, in dem die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft bis ins kleinste Detail gleichermaßen und vollständig festgelegt seien. »Demgegenüber tritt der Determinismus«, argumentiert Engels, »..., der mit der Zufälligkeit fertig zu werden sucht, indem er sie überhaupt ablehnet. Nach dieser Auffassung herrscht in der Natur nur die einfache direkte Notwendigkeit.« Über diese Anschauung mokiert er sich: »Daß diese Erbsenschote fünf Erbsen enthält und nicht vier oder sechs, daß der Schwanz des Hundes fünf Zoll lang ist und nicht eine Linie länger oder kürzer, daß diese Kleeblüte dies Jahr durch eine Biene befruchtet wurde und jene nicht, und zwar durch diese bestimmte Biene und zu dieser bestimmten Zeit, daß dieser bestimmte verwehte Löwenzahnsamen aufgegangen ist und jener nicht, daß mich vorige Nacht ein Floh um vier Uhr morgens gebissen hat und nicht um drei oder fünf, und zwar auf die rechte Schulter, nicht aber auf die linke Wade, alles das sind Tatsachen, die durch eine unverrückbare Verkettung von Ursache und Wirkung, durch eine unerschütterliche Notwendigkeit hervorgebracht sind, so zwar, daß bereits der Gasball, aus dem das Sonnensystem hervorging, derart angelegt war, daß diese Ereignisse sich so und nicht anders zutragen mußten. Mit dieser Art Notwendigkeit kommen wir auch nicht aus der theologischen Naturauffassung heraus. Ob wir das den ewigen Ratschluß Gottes mit Augustin oder Calvin, oder mit den Türken das Kismet, oder aber die Notwendigkeit nennen, bleibt sich ziemlich gleich für die Wissenschaft.« F. Engels: "Die Dialektik der Natur", MEW Bd. 20 S. 487f

⁶ H. Sheehan, op.cit., verteidigt Engels auch gegen einige dieser Angriffe.

Form von Religion, in der ein Gott oder ein nicht-phisches Wesen eine notwendige Voraussetzung aller Existenz war.

Für den größten Teil der Menschheitsgeschichte war der Idealismus, normalerweise in der Form der Religion, der herrschende Ansatz, um zu versuchen, die Welt zu verstehen und zu erklären. Das Gleichgewicht wurde jedoch entscheidend durch die wissenschaftliche Revolution im 16. und 17. Jahrhundert verschoben, die mit Namen wie Copernikus, Galileo, Kepler und Newton verbunden ist. Engels betrachtete diese Revolution als eng mit der Entwicklung der modernen bürgerlichen Gesellschaft und der Niederlage der alten Feudalgesellschaft verbunden. Sie war ein Wendepunkt in der Geschichte der Menschheit, eine Zeit, in der »*die geistige Diktatur der Kirche gebrochen [wurde]*«, die »*größte progressive Umwälzung, die die Menschheit bis dahin erlebt hatte...*«⁷

»*Auch die Naturforschung*«, schrieb Engels, »*bewegte sich damals mitten in der allgemeinen Revolution und war selbst durch und durch revolutionär;...*«⁸. Der erste Schritt in der wissenschaftlichen Revolution war die 1543 von Copernikus vorgebrachte Theorie, daß sich die Erde um die Sonne drehe und nicht andersherum. Indem die Erde und der Mensch von ihrem Platz im Zentrum des Universums vertrieben wurden, stellte das eine fundamentale Herausforderung der alten von der Religion beherrschten Ansicht dar. Kepler ging weiter und zeigte, daß sich die Planeten nicht in perfekt runden Bahnen bewegten, was bis dahin die etablierte Lehre war, sondern in Ellipsen. Darüberhinaus brachte Kepler den revolutionären Gedanken vor, daß die Bewegungen der Planeten und die von Körpern auf der Erde auf der Grundlage der gleichen physischen Prinzipien erklärt werden könnten.⁹

Unter Benutzung des kurz zuvor für militärische Zwecke entwickelte Teleskops erschütterte Galileo viele andere alten eingefahrenen Vorstellungen, indem er zeigte, daß nicht nur die Erde einen Mond hat. Der Jupiter hatte mehrere. Er fand heraus, daß die Sonne, in der bis dahin herrschenden Sichtweise ein perfekter, makelloser Körper, dunkle Flecken hat. Er führte auch systematische Experimente durch und war der erste, der ein Verständnis von Beschleunigung - ein Wechsel in der Geschwindigkeit - formulierte, was ein entscheidender Schritt war, um die Dynamik beweglicher Körper zu erklären. Newton ging noch weiter. Er zeigte wie alle Bewegung, angefangen von Äpfeln, die von Bäumen fallen, der Bahn von Kanonenkugeln und den Gezeiten auf der Erde bis zur Bewegung des Mondes und der Planeten auf der Grundlage seiner berühmten drei Gesetze der Bewegung und des Gesetzes der Schwerkraft erklärt werden konnten. Er erfand auch, zusammen mit dem Philosophen Leibnitz, die Differentialrechnung. Das ermöglichte es erstmals, daß Prozesse, bei denen fortgesetzter Wandel Bestandteil ist, von Wissenschaftlern präzise gehandhabt werden konnten - zum Beispiel Geschwindigkeit und Beschleunigung.

⁷ Engels, F.: "**Die Dialektik der Natur.**" MEW Bd.20, S. 312

⁸ ebenda S.313

⁹ Seine Erklärung, die auf von Gilbert vorgenommene Arbeiten über Magnetismus Bezug nahm, war falsch, aber der Versuch an sich war wichtig. Bis dahin stand der Glaube daran, daß es einen scharfen Unterschied zwischen dem Mond und der Erde einerseits und dem Rest des Himmels andererseits, in der Sprache der damaligen Zeit zwischen der "sublunaren" und der "superlunaren" Sphäre, gebe, im Zentrum aller Erklärungen der Natur. Diese Unterscheidung basierte auf der Autorität des Aristoteles, die von der katholischen Kirche als der ausschlaggebenden ideologischen Autorität in der feudalen Gesellschaft für die eigenen Zwecke übernommen worden war. In der superlunaren Sphäre, der Welt der Planeten und Sterne, war alles perfekt, untadelig und unveränderlich, alles bewegte sich endlos in perfekten Kreisen, so glaubte man. Wandel, Niedergang und Transformation waren nur der "korrupten" sublunaren Sphäre eigen, d.h. der Erde und ihrer unmittelbaren Umgebung. Die Argumente Keplers waren deshalb eine Herausforderung dieser für die alte Weltanschauung zentralen Lehre. Was Galileo mit dem Teleskop herausfand, muß auch in diesem Kontext gesehen werden, um dessen revolutionäre Natur zu erkennen.

Galileo und Newton waren 'Giganten', aber sie waren auch Produkte der Gesellschaft, in der sie lebten. Die Probleme, über die sie nachdachten und arbeiteten, waren die von einer Gesellschaft aufgeworfenen, in der die Bourgeoisie dabei war, ihre Reichtümer und ihre Macht zu vergrößern und die Art und Weise zu transformieren, in der menschliche Wesen und die Natur aufeinander einwirkten.

Der Unternehmungsgeist, mit dem die Bourgeoisie Handel und Produktion ausweitete, bedeutete, daß sie ein vitales Interesse daran hatte, die Welt der Natur zu verstehen und auszubeuten. Das war es, was hinter den großen wissenschaftlichen Durchbrüchen stand. Engels verbindet in verschiedenen Abschnitten von 'Die Dialektik der Natur', die als unbearbeitete Notizen und Entwürfe übriggeblieben sind, die Entwicklung der Wissenschaft mit der Entwicklung der Produktion. »... schon von Anfang an [war] die Entstehung und Entwicklung der Wissenschaften durch die Produktion bedingt«¹⁰ Engels hatte nie die Zeit, seine Argumentation näher auszuführen, aber man kann aus der Lektüre einiger Abschnitte einen ungefähren Eindruck von seinem Ansatz gewinnen.

»Wenn nach der finstren Nacht des Mittelalters auf einmal die Wissenschaften neu und in ungeahnter Kraft erstehn und mit der Schnelle des Mirakels emporwachsen, so verdanken wir dies Wunder wieder - der Produktion. Erstens war seit den Kreuzzügen die Industrie enorm entwickelt und hatte eine Menge neuer mechanischer (Weberei, Uhrmacherei, Mühlen), chemischer (Färberei, Metallurgie, Alkohol) und physikalischer Tatsachen (Brillen) ans Licht gebracht,...«

Diese »gaben nicht nur ungeheures Material zur Beobachtung, sondern lieferten auch durch sich selbst schon ganz andre Mittel zum Experimentieren als bisher und erlaubten die Konstruktion **neuer** Instrumente;...« Darüberhinaus »eröffneten die geographischen Entdeckungen - rein im Dienst des Erwerbs, also in letzter Instanz der Produktion gemacht - ein endloses bis dahin unzugängliches Material in meteorologischer, zoologischer, botanischer und physiologischer (des Menschen) Beziehung.«¹¹

Engels sah, daß wissenschaftliche Entwicklungen von sich aus die Gesellschaft und die Produktion veränderten. Er verstand auch, daß die Wissenschaft sich auch auf der Grundlage ihrer eigenen inneren Dynamik entwickelte - durch die Versuche, Theorien in sich und untereinander konsistent zu machen. Sein Punkt war der, zu betonen, was oft vergessen wurde: »Bisher nur geprahlt, was die Produktion der Wissenschaft verdankt, aber die Wissenschaft verdankt der Produktion unendlich mehr.«¹² Wie so oft bei seinen Notizen über die Wissenschaft muß Engels mit einer Hoffnung enden, die er nie erfüllen konnte, »Weiter zu studieren im Detail und zu entwickeln.«¹³

Obwohl die wissenschaftliche Revolution ein großer Sprung nach vorne war, war sie von eigenartiger und einseitiger Natur. »Was diese Periode aber besonders charakterisiert, ist die Herausarbeitung einer eigentümlichen Gesamtanschauung, deren Mittelpunkt die

¹⁰ Engels: "Dialektik der Natur", S.456

¹¹ ebenda, S.457

¹² ebenda, S.457

¹³ ebenda, S.457 Für eine historische Periode hat Boris Hessen Engels' Hoffnung erfüllt. Hessens Darstellung der Beziehung zwischen der Entwicklung der Newton'schen Wissenschaft und der sozialen und Produktionsentwicklungen ist ein Meisterstück. s. 'The Social and Economic Roots of Newton's Principia' in 'Science at the Crossroads: Papers presented to the International Congress of the History of Science and Technology', die vom 29. Juni bis zum 3. Juli 1931 in London stattfand. Das Papier wurde von den Delegierten aus der UdSSR vorgelegt (London 1971). Hessen verschwand im Rahmen der stalinistischen Säuberungen in den 30er Jahren.

Ansicht von der Absoluten Unveränderlichkeit der Natur bildet.«¹⁴ Im Mittelpunkt dieser 'Newton'schen' Weltanschauung lag die Vorstellung, daß

»wie auch immer die Natur selbst zustande gekommen sein mochte: einmal vorhanden, blieb sie, wie sie war, solange sie bestand. Die Planeten und ihre Satelliten, einmal in Bewegung gesetzt von dem geheimnisvollen "ersten Anstoß", kreisten fort und fort in ihren vorgeschriebnen Ellipsen in alle Ewigkeit oder doch bis zum Ende aller Dinge. Die Sterne ruhten für immer fest und unbeweglich auf ihren Plätzen, einander darin haltend durch die "allgemeine Gravitation". Die Erde war von jeher oder auch von ihrem Schöpfungstage an (je nachdem) unverändert dieselbe geblieben. Die jetzigen "fünf Weltteile" hatten immer bestanden, immer dieselben Berge, Täler und Flüsse, dasselbe Klima, dieselbe Flora und Fauna gehabt, es sei denn, daß durch Menschenhand Veränderung oder Verpflanzung stattgefunden. Die Arten der Pflanzen und Tiere waren bei ihrer Entstehung ein für allemal festgestellt,...«¹⁵

»Im Gegensatz zur Geschichte der Menschheit, die in der Zeit sich entwickelt, wurde der Naturgeschichte nur eine Entfaltung im Raum zugeschrieben.«¹⁶

»Alle Veränderung, alle Entwicklung in der Natur wurde verneint. Die anfangs so revolutionäre Naturwissenschaft stand plötzlich vor einer durch und durch konservativen Natur, in der alles noch heute so war, wie es von Anfang an gewesen, und in der - bis zum Ende der Welt oder in Ewigkeit - alles so bleiben sollte, wie es von Anfang an gewesen.«¹⁷

Obwohl sie die Religion herausgefordert hatte, *»stak [die Wissenschaft] noch tief in der Theologie.«¹⁸* Diese statische Weltanschauung brachte es mit sich, daß sie oft auf wichtige Fragen keine Antwort geben konnte. *»Wie sind die zahllosen Arten der Pflanzen und Tieren entstanden? Und wie nun gar der Mensch, von dem doch feststand, daß er nicht von Ewigkeit her da war? Auf solche Fragen antwortete die Naturwissenschaft nur zu oft, indem sie den Schöpfer aller Dinge dafür verantwortlich machte. Kopernikus, im Anfang der Periode, schreibt der Theologie den Absagebrief; Newton schließt sie mit dem Postulat des göttlichen ersten Anstoßes.«¹⁹*

Wissenschaftliche Entwicklungen im 19. Jahrhundert stellten diese statische Sicht der Natur in Frage. Diese Entwicklungen waren spektakulär, fast so wie die in den Jahren von Galileo und Newton. Allzuoft wird der Eindruck vermittelt, daß sich in dem von Newton dargelegten grundlegenden Bild bis zur wissenschaftlichen Revolution des frühen 20. Jahrhunderts, die mit Personen wie Albert Einstein assoziiert wird, wenig verändert habe. Nichts könnte von der Wahrheit weiter entfernt sein. Die Wissenschaft des 19. Jahrhunderts, die mitten in der industriellen Revolution heranwuchs, hat unser Verständnis von der Natur umgewandelt. Vorallem bewiesen diese Entwicklungen, daß *»die Natur auch ihre Geschichte in der Zeit hat«²⁰*, daß alles in der Natur *»nicht ist, sondern wird und vergeht.«²¹* Diese Einsicht ist der Angelpunkt von Engels' gesamtem Ansatz in der Naturwissenschaft.

¹⁴ ebenda, S.314

¹⁵ ebenda, S.314

¹⁶ ebenda, S.315

¹⁷ ebenda, S.315

¹⁸ ebenda, S.315

¹⁹ ebenda, S.315. Newtons Theorie erklärte die Bewegung der Planeten, sobald sie sich einmal in Bewegung befanden. Er verlangte einen ersten Impuls (d.h. Gott), um den ganzen Mechanismus in Gang zu setzen.

²⁰ Engels: "Antidühring", p.25

²¹ F.Engels: "Dialektik der Natur", S.317

»Die erste Bresche in diese versteinerte Naturanschauung wurde geschossen nicht durch einen Naturforscher, sondern durch einen Philosophen.«²² Der große deutsche Philosoph des 18. Jahrhunderts, Immanuel Kant, brachte die Hypothese ein, daß die Erde und das Sonnensystem sich aus einer sich schnell drehenden gasförmigen Wolke entwickelt hätten. Später entwickelte der französische Wissenschaftler Pierre Laplace die wissenschaftlichen Details von Kants Idee. Heute betrachtet man die Details der Theorie als nicht zutreffend, aber sie ist dennoch in vielen wesentlichen Punkten richtig. Was damals wesentlich war: »War die Erde etwas Gewordenes, so mußte ihr gegenwärtiger geologischer, geographischer, klimatischer Zustand, mußten ihre Pflanzen und Tiere ebenfalls etwas Gewordenes sein, mußte sie eine Geschichte haben...«²³

Dieses Argument erhielt bald Unterstützung von anderer Seite. »Die Geologie entstand und wies nicht nur nacheinander gebildete und übereinander gelagerte Erdschichten auf, sondern auch in diesen Schichten die erhaltenen Schalen und Skelette ausgestorbener Tiere, die Stämme, Blätter und Früchte nicht mehr vorkommender Pflanzen.«²⁴ Die zuerst von Charles Lyell entwickelte neue Geologie sagte, daß »nicht nur die Erde im ganzen und großen, daß auch ihre jetzige Oberfläche und die darauf lebenden Pflanzen und Tiere eine zeitliche Geschichte hatten.«²⁵

Es blieb jedoch ein Widerspruch zwischen der neuen Geologie mit ihrer Ansicht über die sich verändernde Erde und der damals angenommenen konstanten Natur der Pflanzen und Tiere auf der Erde. In diesem Zusammenhang macht Engels diesen scharfsinnigen Kommentar:

»Aber die Tradition ist eine Macht nicht nur in der katholischen Kirche, sondern auch in der Naturwissenschaft. Lyell selbst sah jahrelang den Widerspruch nicht, seine Schüler noch weniger. Es ist dies nur zu erklären, durch die inzwischen in der Naturwissenschaft herrschend gewordene Teilung der Arbeit, die jeden auf sein spezielles Fach mehr oder weniger beschränkte und nur wenige nicht des allgemeinen Überblicks beraubte.«²⁶

Inzwischen hatte sich im 19. Jahrhundert auch die Physik enorm entwickelt. Neue Wissenschaftszweige, von der Wissenschaft der Wärme, der Elektrizität und bis zu der des Magnetismus, waren Seite an Seite mit dem schon etablierten Verständnis der Mechanik und Dynamik materieller Körper entstanden. Diese Fortschritte waren eng mit der industriellen Revolution verbunden, die damals die kapitalistische Gesellschaft umformte. So wurde z.B. die Thermodynamik, die Wissenschaft der Wärme betreffenden Prozesse, direkt aus Versuchen entwickelt, die Prinzipien hinter Dampfmaschinen zu verstehen und ihre Effizienz zu verbessern.²⁷

Zunächst führten diese Fortschritte zur Entstehung einer ganzen Reihe von Einzeltheorien, die jedes Phänomen auf der Grundlage einer unterschiedlichen physikalischen Naturkraft erklärten. Aber Mitte des 19. Jahrhunderts schaffte eine Reihe von Naturwissenschaftlern einen revolutionären Durchbruch. Meyer in Deutschland und Joule in Frankreich zeigten erstmals, daß mechanische Bewegung in Wärme umgewandelt werden kann und andersherum. Andere zeigten dann, daß beide in Elektrizität,

²² ebenda, S. 316

²³ ebenda, S. 316

²⁴ ebenda, S. 317

²⁵ ebenda, S. 317

²⁶ ebenda, S. 318

²⁷ s. eine Schilderung dieses Prozesses durch Sadi Carnot, einem der wichtigsten Begründer der Thermodynamik, in **"Reflexions on the Motive Power of Fire"**, ein Werk, daß von R. Fox übersetzt und (mit exzellenten und faszinierenden Anmerkungen versehen) herausgegeben wurde (Manchester University Press 1986)

Magnetismus und chemische Kräfte umgewandelt werden konnten. Sie wiesen nach, »daß alle sog. physikalischen Kräfte, mechanischen Kraft, Wärme, Licht, Elektrizität, Magnetismus, ja selbst die sog. chemische Kraft, unter bestimmten Bedingungen die eine in die andere umschlagen, ohne daß irgendwelcher Kraftverlust stattfindet.«²⁸

Der Punkt war nicht einfach der, daß die Wissenschaft die Transformationen aufgezeigt hatte, sondern auch, daß diese Umwandlungen von Gesetzen beherrscht wurden. Ihnen allen lag das Prinzip zugrunde, daß als "die Bewahrung der Energie" bezeichnet wurde, das noch immer zu den grundlegendsten Prinzipien der Naturwissenschaft gehört. Die Gesamtmenge der Energie blieb gleich, aber sie konnte von der einen in die andere umgewandelt werden. Das war ein weiterer schwerer Schlag gegen die statische Sicht der Welt. »Hiermit«, schrieb Engels, »waren die besondern physikalischen Kräfte, sozusagen die unveränderlichen "Arten" der Physik, in verschieden differenzierte und nach bestimmten Gesetzen ineinander übergehende Bewegungsformen der Materie aufgelöst.«²⁹ Später im 19. Jahrhundert wurde die Sache noch weiter gebracht als Wissenschaftler zeigten, daß Wärme und mechanische Bewegung nicht nur ineinander umgewandelt werden können, sondern daß Wärme in der Tat nichts anderes ist, als die größere oder kleinere mechanische Bewegung der Atome oder Moleküle, aus denen ein Körper besteht.

Auch die Chemie hatte eine »wundervoll rasche Entwicklung« hinter sich gebracht und »griff die alten Vorstellungen von der Natur von einer andren Seite an« Bis zum 19. Jahrhundert schien es einen unüberbrückbaren Graben zwischen der 'organischen' Chemie, der der lebenden Organismen, und der 'anorganischen' zu geben. »Durch Herstellung von bisher nur im lebenden Organismus erzeugten Verbindungen auf anorganischen Wege wies sie« jetzt »nach, daß die Gesetze der Chemie für organische Körper dieselbe Gültigkeit haben wie für unorganische,, und füllte sie einen großen Teil der ... Kluft zwischen unorganischer und organischer Natur aus.«³⁰

Die alte Sicht von der Welt wurde »auch im Gebiet der biologischen Forschung« einem Angriff ausgesetzt. Die Biologie hatte eine revolutionäre Umwandlung erlebt, die für immer vielen der alten Vorstellungen den Boden entzogen hatte. »Je tiefer und genauer diese Untersuchung geführt wurde, desto mehr zefloß ihr unter den Händen jenes starre System einer unveränderlich fixierten organischen Natur.«³¹ Diese Entwicklungen fanden ihren Höhepunkt in Darwins 1859 erschienenen "**Der Ursprung der Arten**" und seiner Theorie von der Evolution durch natürliche Auslese, die der Vorstellung von festen unveränderlichen Arten ein Ende setzte. Sie zeigte, daß alle Arten, einschließlich der menschlichen, sich aus gemeinsamen Vorfahren entwickelt hatten. Engels schrieb begeistert an Marx, "Darwin, den ich gerade lese, ist großartig - bis jetzt gab es niemals einen so glänzenden Versuch, die historische Entwicklung in der Natur zu beweisen."³²

Engels zeigte auf jedem Gebiet, wie die alte ahistorische unveränderliche Sicht der Natur durch die Ergebnisse der Wissenschaft im 19. Jahrhundert herausgefordert, wenn nicht gar zunichte gemacht worden war. In der neuen Sicht war »alles Starre aufgelöst, alles Fixierte verflüchtigt, alles für ewig gehaltene Besondre vergänglich geworden, die ganze Natur als in ewigem Fluß und Kreislauf sich bewegend nachgewiesen.«³³ Auf der Ebene des Gesellschaftlichen hatten Marx und Engels im "**Kommunistischen Manifest**"

²⁸ Engels: "**Dialektik der Natur**", S. 318

²⁹ ebenda, S. 318

³⁰ ebenda, S. 318

³¹ ebenda, S. 319

³² zit. in Sheehan, H.: op.cit., S.38

³³ F. Engels: "**Dialektik der Natur**" S.320

argumentiert, daß in der kapitalistischen Gesellschaft »alle festen, eingerosteten Verhältnisse ...aufgelöst« werden »alle neugebildeten veralten, ehe sie verknöchern können. Alles Ständische und Stehende verdampft, ...«³⁴. Die kapitalistische Gesellschaft beruht darauf, »sämtliche gesellschaftlichen Verhältnisse fortwährend zu revolutionieren.«³⁵ Jetzt hatte derselbe Prozess die Wissenschaft bis zu einem Punkt getrieben, an dem sie die alte statische Sicht von der Natur untergraben und gezeigt hatte, daß Wandel, dauernde Transformation, in die Natur eingebaut war.

Diese Sichtweise war nicht völlig neu. In der Tat vertraten viele der großen Philosophen des klassischen Griechenlands eine solche Ansicht. Nach der einseitigen, statischen Weltsicht, die aus der wissenschaftlichen Revolution hervorgegangen war, war die moderne Wissenschaft »wieder zurückgekehrt zu der Anschauungsweise der großen Gründer der griechischen Philosophie, daß die gesamte Natur, vom Kleinsten bis zum Größten, von den Sandkörnern bis zu den Sonnen, von den Protisten [einfachste Organismen] bis zum Menschen, in ewigem Entstehen und Vergehen, in unaufhörlichem Fluß, in rastloser Bewegung und Veränderung ihr Dasein hat.«³⁶ Aber es gab einen wesentlichen Unterschied. »...daß, was bei den Griechen geniale Intuition war, bei uns Resultat streng wissenschaftlicher ... Forschung ist...«³⁷

Die Dialektik der Natur

Die Anerkennung der Tatsache, daß die Natur eine Geschichte hat, daß alles in der Natur dem Wandel unterworfen ist, wird und endet, ist der Ausgangspunkt des Ansatzes von Engels. Aber dann ist es notwendig, zu verstehen, wie sich ein solcher Wandel vollzieht.

Der erste Schritt bei aller wirklichen Wissenschaft besteht darin, getrennte Phänomene zu untersuchen, aus deren 'Details' das 'Bild der Erscheinungen' besteht. »... und solange wir dies nicht können, sind wir auch über das Gesamtbild nicht klar.«³⁸

Ein notwendiger Ausgangspunkt war dieser: »Um diese Einzelheiten zu erkennen, müssen wir sie aus ihren natürlichen oder geschichtlichen Zusammenhang herausnehmen und sie, jede für sich, nach ihrer Beschaffenheit, ihren besonderen Ursachen und Wirkungen etc. untersuchen.«³⁹ Engels betont immer wieder die Wichtigkeit dieses Aufbrechens der Natur - des Sammelns, Untersuchens und des Versuchs, Tatsachen über einzelne Aspekte der Natur zu verstehen - als ein erster Schritt zum Erreichen eines wahren Verständnisses.

»Die Zerlegung der Natur in ihre einzelnen Teile, die Sonderung der verschiedenen Naturvorgänge und Naturgegenstände in bestimmte Klassen, ...war die Grundbedingung der Riesenfortschritte, die die letzten 400 Jahre uns in der Erkenntnis der Natur gebracht.«⁴⁰

Der gleiche Ansatz ist die grundlegende Methode, die auch heute der größte Teil der Wissenschaft anwendet und anwenden muß. Sowohl zu Engels Zeiten als auch in der Gegenwart würden die meisten Wissenschaftler behaupten, daß dieser Ansatz das ist, worum es überhaupt bei Wissenschaft geht, und daß sie darüberhinaus keine 'Philosophie'

³⁴ Marx, K., Engels, F.: "Manifest der Kommunistischen Partei". MEW Bd.4, S.465

³⁵ ebenda

³⁶ F. Engels: "Dialektik der Natur", S. 320

³⁷ ebenda S. 320

³⁸ F. Engels: "Anti-Dühring", S. 20

³⁹ ebenda S. 20

⁴⁰ ebenda S. 20

brauchen. Aber ein solcher Ansatz, oft als Empirismus bezeichnet, genügt nicht, um das Bild als Ganzes zu verstehen, Er hat ernste Grenzen.

Engels weist darauf hin, wieviele 'Empiriker' seiner Zeit Opfer aller möglichen Arten von Mystizismus, Spiritualismus und von Medien geworden sind.

»... die allerplatteste, alle Theorie verachtende, gegen alles Denken mißtrauische Empirie...« betont Engels, »ist der sicherste Weg von der Naturwissenschaft zum Mystizismus...«⁴¹

»Die Naturforscher glauben sich von der Philosophie zu befreien, indem sie sie ignorieren oder über sie schimpfen. Da sie aber ohne Denken nicht vorankommen ... so stehn sie nicht minder in der Knechtschaft der Philosophie, meist aber leider der schlechtesten.«⁴²

Die große Gefahr liegt darin, *»die Naturdinge und Naturvorgänge in ihrer Vereinzelung, außerhalb des großen Gesamtzusammenhanges aufzufassen; daher nicht in ihrer Bewegung, sondern in ihrem Stillstand, nicht als wesentlich veränderliche, sondern als feste Bestände, nicht in ihrem Leben, sondern in ihrem Tod.«⁴³*

»... die Dinge und ihre Gedankenabbilder, die Begriffe, [sind] vereinzelte, eins nach dem anderen und ohne das andre zu betrachtende, feste, starre, ein für allemal gegebene Gegenstände der Untersuchung. ... Für ihn existiert ein Ding entweder, oder es existiert nicht; ein Ding kann ebensowenig zugleich es selbst und ein andres sein. Positiv und negativ schließen einander absolut aus; Ursache und Wirkung stehn ebenso in starrem Gegensatz zueinander.«⁴⁴

»Diese Denkweise« sagt Engels, »erscheint uns auf den ersten Blick deswegen äußerst plausibel, weil sie diejenige des sogenannten gesunden Menschenverstandes ist. Allein der gesunde Menschenverstand, ein so respektable Geselle er auch in dem hausbackenen Gebiet seiner vier Wände ist, erlebt ganz wunderbare Abenteuer, sobald er sich in die weite Welt der Forschung wagt.«⁴⁵

Er warnt davor, daß das Auseinanderbrechen und das die Aspekte der Natur getrennt Betrachten so *»berechtigt und sogar notwendig [es] ist, stößt doch jedesmal früher oder später auf eine Schranke, jenseits welcher sie einseitig, borniert und abstrakt wird und sich in unlösbare Widersprüche verirrt...«⁴⁶*

Engels gibt eine Reihe Beispiele, um diesen Punkt zu illustrieren: *»Für alltägliche Fälle wissen wir z.B. und können mit Bestimmtheit sagen, ob ein Tier existiert oder nicht; bei genauerer Untersuchung finden wir aber, daß dies manchmal eine höchst verwickelte Sache ist ... und ebenso unmöglich ist es, den Moment des Todes festzustellen, indem die Physiologie nachweist, daß der Tod nicht ein einmaliges, augenblickliches Ereignis, sondern ein langwieriger Vorgang ist.«⁴⁷*

Jedoch sogar diese Vorstellung von Identität - wenn man von dieser Pflanze, diesem Tier oder jenem Menschen spricht - führt oft in die falsche Richtung.

»Die Pflanze, das Tier, jede Zelle in jedem Augenblick seines Lebens identisch mit sich und doch sich von sich unterscheidend, durch Aufnahme und Ausscheidung von Stoffen,

⁴¹ F. Engels: "Dialektik der Natur", S. 345

⁴² ebenda S. 480

⁴³ F. Engels: "Anti-Dühring", S. 20

⁴⁴ ebenda S. 20f

⁴⁵ ebenda S. 21

⁴⁶ ebenda S. 21.

⁴⁷ ebenda S. 21

Atmung, durch Zellenbildung und Zellenabsterben, durch den vorhergehenden Zirkulationsprozeß, kurz, durch eine Summe unaufhörlicher molekularer Veränderungen, die das Leben ausmachen und deren summierte Resultate in den Lebensphasen - Embryonalleben, Jugend, Geschlechtsreife, Gattungsprozeß, Alter, Tod - augenscheinlich hervortreten.«

Der Junge, der reife Mann und der alte Mann sind die selbe Person und doch verändern sie sich kontinuierlich und sind verschieden. »Abstrakte Identität«, sagt Engels, »genügt für den täglichen Bedarf, wo kleine Dimensionen oder kurze Zeiträume in Frage stehen; die Grenzen, bei der sie angewandt werden kann, ändern sich von Fall zu Fall und sind immer abhängig von der Natur des Objektes.«⁴⁸

Dieser Punkt ist von allgemeinerer Bedeutung. Es ist notwendig, am Anfang, Aspekte der Natur vom Rest abzutrennen, sie von ihren Verbindungen zu lösen, das Augenmerk auf ihre Existenz zu richten und nicht auf den Prozess ihres Entstehens, ihres Vergehens oder ihrer Transformation. Das aber kann die Realität der Natur nur partiell fassen. Wir konstruieren ein Verständnis auf der Basis der Abstraktion von einigen 'Fazetten' der 'Gesamtheit' der Natur. Dieser Prozess der Abstraktion hilft uns, über Oberflächenerscheinungen hinaus zu blicken und das Wesen dessen, was geschieht, zu erfassen. Diese Einsichten werden dann in die Totalität reintegriert, aus der sie entnommen wurden, um so die ursprüngliche Erscheinung besser zu interpretieren.

Ein einfaches Beispiel ist Newton's Gesetz der Schwerkraft. Seine Kernaussage ist, daß alle Körper im gleichen Tempo fallen - sie werden alle durch das Gesetz der Schwerkraft in gleichem Tempo beschleunigt. Eine Folge dieses Gesetzes ist, daß eine Feder und eine Kanonenkugel, die von einem Turm heruntergeworfen werden, gleichzeitig am Boden ankommen werden. Zunächst ist es sehr schwer zu erklären, was wirklich geschieht. Wir müssen wie Newton von Erscheinungen abstrahieren. Lassen Sie zunächst die Größe und Form der verschiedenen Objekte beiseite. Beachten Sie zunächst einmal die Luft, durch die sie fallen, nicht. Stellen Sie sich vor oder versuchen Sie, annähernd eine Situation zu schaffen, in der wir diese Faktoren ignorieren können. Nur dann können wir die zugrundeliegende Realität einer auf Grund der Schwerkraft gleichförmigen Beschleunigung verstehen und formulieren. Und nur dann können wir dieses Verständnis nutzen, um zu den Erscheinungen zurückzukehren und sie zu erklären. Wir können die unterschiedlichen Zeitpunkte erklären, zu denen die Objekte in der Realität auf dem Boden aufschlagen, indem wir zeigen, wie der Luftwiderstand, die Form des Objektes usw. Abweichungen von dem erzeugen, was alleine auf der Basis des zugrundeliegenden Naturgesetzes zu erwarten wäre.

Engels argumentiert, daß ein ähnlicher Prozess der ganzen Wissenschaft zu Grunde liegt. Die Begriffe von 'Materie' und 'Bewegung' zum Beispiel sind eben von dieser Art. Er wendet sich gegen diejenigen, die diese Konzepte nicht als Abstraktionen von der wirklichen Erfahrung sehen und die sich die Frage stellen, was »Materie als solche« oder »Bewegung als solche« sei.⁴⁹

»... die Materie als solche und die Bewegung als solche hat noch niemand gesehn oder sonst erfahren, sondern nur die verschiednen, wirklich existierenden Stoffe und

⁴⁸ F. Engels: "Dialektik der Natur", S. 483

⁴⁹ ebenda, S. 503

*Bewegungsformen; Worte wie Materie und Bewegung sind nichts als **Abkürzungen**, in die wir viele verschiedene sinnlich wahrnehmbare Dinge zusammenfassen nach ihren gemeinsamen Eigenschaften. Die Materie und Bewegung **kann** also gar nicht anders erkannt werden als durch Untersuchung der einzelnen Stoffe und Bewegungsformen, ...«*

Engels gibt ein analoges Beispiel: »...wir können wohl Kirschen und Pflaumen essen, aber kein Obst, weil noch niemand Obst als solches gegessen hat.«⁵⁰

Die Abstraktion von der Erscheinung, um das zugrundeliegende Wesen der Sache zu verstehen, basiert immer darauf, daß man sich auf gewisse Aspekte der Natur konzentriert und andere vernachlässigt. Im Ergebnis bricht ein solches Verständnis 'immer' zusammen und erweist sich als jenseits gewisser Grenzen nur partiell richtig. Es kann die Realität da nicht mehr wiedergeben, wo das, was vorher ignoriert wurde, nicht länger aus dem Gesamtbild ausgelassen werden kann. Wir werden später sehen, wie z.B. das 250 Jahre alte Newton'sche Gesetz der Schwerkraft eben auf diese Weise im frühen 20. Jahrhundert zusammengebrochen ist. Und auch die jahrhundertealte Vorstellung von der Materie als Billardkugeln gleiche Masse oder Teilchen brach zur gleichen Zeit und auf ähnliche Weise zusammen.

Engels besteht deshalb darauf, daß ein umfassendes Verständnis, das darauf aus ist, diese Probleme zu lösen, darauf begründet werden muß, »... die Dinge und ihre begrifflichen Abbilder wesentlich in ihrem Zusammenhang, ihrer Verkettung, ihrer Bewegung, ihrem Entstehen und Vergehen ...«⁵¹ aufzufassen. Er fordert »eine umfassende Sichtweise der Beziehungen in der Natur mittels der von der empirischen Naturwissenschaft selbst dargebotenen Fakten«.⁵²

Engels nennt den Ansatz, den er fordert, 'dialektisch' (Das Wort stammt von den Philosophen des alten Griechenlands und meint die Wahrheitsuche durch kritische Untersuchung, Diskussion und Argumente). Sie ist eine Kritik statischer, fester Kategorien, wie sie gewöhnlicherweise in der Wissenschaft benutzt werden - von Kategorien, die in bestimmten Grenzen, die sich von Fall zu Fall unterscheiden, gültig sind, die sich aber als inadäquat erweisen, um das Wesen der Realität ganz zu begreifen. Es kam für Engels überhaupt nicht in Frage, Tatsachen über die Natur in irgendein vorgegebenes Schema zu pressen. »Darüber sind wir alle einig, daß auf jedem wissenschaftlichen Gebiet in Natur wie in Geschichte von den gegebenen Tatsachen auszugehen ist, ... die Zusammenhänge nicht in die Tatsachen hineinzu konstruieren, sondern aus ihnen zu entdecken und, wenn entdeckt, erfahrungsmäßig soweit dies möglich nachzuweisen sind.«⁵³

⁵⁰ ebenda, S. 503

⁵¹ F. Engels: "Anti-Dühring", S. 22

⁵² Engels: "Dialektik der Natur", p.356

⁵³ ebenda S. 334 Engels spricht viele Argumente zur Frage, was eine 'wissenschaftliche Methode' ist, an. Dabei wendet er sich gegen viele der Argumente, die damals in Mode waren, und zwar auf eine Art und Weise, die seiner Zeit um Jahrzehnte voraus war. Das ist insbesondere deshalb von Bedeutung, weil zur Zeit der Abfassung dieses Artikels Karl Popper, der berühmte Wissenschaftsphilosoph, erst jüngst verstorben ist. Popper war vor allem durch seine 'Logic of Scientific Discovery' einer der einflussreichsten Wissenschaftsphilosophen der letzten Jahrzehnte gewesen, und vieles in seinen Argumenten ist wichtig.

Nur wenige von denen, die Popper lesen und ihm folgen, haben sich wohl je die Mühe gemacht, Engels zu lesen. Popper selbst war ein erbitterter - wenn gleich oberflächlicher - Gegner des Marxismus. Es ist deshalb amüsant festzustellen, daß viele der originellsten Einsichten Poppers bezüglich der Wissenschaft gerade die waren, auf die Engels hingewiesen hatte. Popper griff die traditionelle empiristische Sichtweise der Wissenschaft als einer schrittweisen Anhäufung sicherer Fakten und die Vorstellung, daß dann induktiv aus diesen Fakten Theorien entwickelt und durch Experimente verifiziert würden, an. Popper argumentierte, daß demgegenüber selbst die direkteste Beobachtung der Natur nicht weiter rückführbare Elemente von Theorie enthalte, daß alle Beobachtung 'theoriegeladen' sei. Genau diesen Punkt macht auch Engels in einem scharfen Angriff auf den Empirismus: »Man mag noch so viel Geringschätzung hegen für alles theoretische Denken, so kann man doch nicht zwei

Engels argumentiert weiter, daß nachdem man im Einzelnen verstanden hat, wie sich bestimmte Prozesse in der Natur entwickeln, oft eine Reihe von zentralen allgemeinen Merkmalen erkannt werden können. Er bezeichnet diese als 'die Gesetze der Dialektik'. Sie sind nicht Gesetze etwa im Sinne von Newtons Gesetz der Schwerkraft, sondern wirken auf einer ganz anderen Ebene der Abstraktion. Sie sind Methoden, wie man die zugrundeliegenden Muster eines Wandlungsprozesses sehen kann nachdem man die konkreten Details des betreffenden Prozesses herausgearbeitet und verstanden hat.

Das erste und wichtigste von ihnen ist die »*Umwandlung von Quantität in Qualität*«, das wie Engels sagt »*ziemlich einleuchtend*« ist.⁵⁴ Das ist es in der Tat, aber nicht desto trotz ist es gerade darum wichtig. Die moderne Wissenschaft hat gezeigt, argumentiert Engels, »*daß in der Natur, in einer für jeden Einzelfall genau feststehenden Weise, qualitative Änderungen nur stattfinden können durch quantitativen Zusatz oder quantitative Entziehung von Materie oder Bewegung (sog. Energie).*«⁵⁵

Er gibt eine Reihe von Beispielen, um diesen Punkt zu verdeutlichen. So das Beispiel des Wassers (worüber man sich oft lustig gemacht hat, das aber ein genaues und hervorragendes Beispiel ist). Wenn man Wasser erhitzt, führt eine quantitative Veränderung, d.h. mehr oder weniger Hitze, im Rahmen bestimmter Grenzen nicht zu qualitativen Veränderungen. An gewissen kritischen Punkten jedoch - dem Siede- und dem Gefrierpunkt - produziert eine ebensolche quantitative Veränderung eine dramatische qualitative Umwandlung. Das Wasser friert und wird zu Eis oder es verdampft. Das ist nicht nur eine Frage des menschlichen Denkens. Wasser friert und siedet wirklich, tat das

Naturtatsachen in Zusammenhang bringen oder ihren bestehenden Zusammenhang einsehen ohne theoretisches Denken.« ("**Dialektik der Natur**", S. 346)

Popper griff auch die Vorstellung an, daß wissenschaftliche Theorien durch Induktion von empirischen Fakten entwickelt würden. Er argumentierte, daß sich die Wissenschaft eher durch die Bildung kühner Mutmaßungen, oder Hypothesen, entwickle, die gar nicht auf Fakten beruhen müssen, aber experimentell getestet werden können. Darüberhinaus sei der Punkt bei diesen Tests gar nicht der, Theorien zu verifizieren, sondern falsche Theorien zu falsifizieren. Wissenschaftliche Theorien müssten falsifizierbar sein; Hypothesen müssten durch Experimente zurückweisbar sein. Ein Großteil dieses Ansatzes ist in seinen Hauptzügen schon in der Arbeit von Engels zu finden. Er nannte die Induktion »*ein Blödsinn*« (F. Engels: "**Dialektik der Natur**", S. 494). »*Nach den Induktionisten wäre die Induktion eine unfehlbare Methode. Sie ist es so wenig, daß ihre scheinbar sichersten Resultate jeden Tag durch neue Entdeckungen umgeworfen [werden].*« (F. Engels: "**Die Dialektik der Natur**". S. 496). Und er gibt ein Beispiel nach dem anderen, wie Theorien durch neue Fakten widerlegt worden sind. Engels wies auch auf das bei der Induktion bestehende logische Problem hin und zwar genau mit einem Beispiel, das sich auch bei Popper findet, »*daß aus dem steten Aufgehn der Sonne des Morgens nicht folgt, sie werde morgen wieder aufgehn...*« (F. Engels: "**Die Dialektik der Natur**". S. 497). Und Engels zieht den Schluß: »*Die Entwicklungsform der Naturwissenschaft, soweit sie denkt, ist die Hypothese*« und daß sich die Wissenschaft entwickelt indem »*Fernerer Beobachtungsmaterial ... diese Hypothesen [,] beseitigt, korrigiert.*« ("**Die Dialektik der Natur**", S. 507. Betonungen in Engels Original)

Kritiker von Engels argumentieren oft, daß die Dialektik die formale Logik aufhebe.. Das stimmt einfach nicht. Die Dialektik ist eher eine Kritik der Grenzen der formalen Logik. Eine solche Logik ist unverzichtbar, aber sie ist nicht in der Lage, eine dynamische, sich wandelnde Welt 'voll und ganz' zu begreifen. (Es ist in diesem Zusammenhang interessant, daß sich heute einige Logiker bemühen, neue Arten von Logik auf der Grundlage der quantenmechanischen Natur der Realität zu entwickeln - was nicht leicht mit den Kategorien der traditionellen Logik zusammenpasst.)

In späteren Jahren wurden Engels Vorstellungen über die Dialektik von offiziellen stalinistischen Philosophen solcher Staaten wie der UdSSR, China und den früheren Regimen in Osteuropa so verfälscht, daß sie nicht wiederzuerkennen waren. Das hat bisweilen wirkliche Marxisten, die gegen diese Regime waren, dazu gebracht, gegenüber dem Reden von 'Dialektik' mißtrauisch zu sein. Das jedoch ist ungeachtet aller verständlichen Motive nicht angebracht. Diese Regime stellten jeden Aspekt des wahren Marxismus in einer grotesken Parodie auf den Kopf, um ihre eigene Herrschaft und Ausbeutung der Arbeiter zu legitimieren. Wahre Marxisten mußten stets die wirkliche Bedeutung des Marxismus vor solchen Entstellungen retten und auf seiner fortdauernden Relevanz bestehen. Genau so sollte man mit Engels Argumenten über die Dialektik verfahren.

⁵⁴ F. Engels: "**Dialektik der Natur**" S. 349

⁵⁵ ebenda, S. 349

lange bevor es Menschen gab und wird es auch weiter tun, wenn es längst keine mehr geben wird.

Engels sagt, daß dieses Muster - das der Umwandlung an kritischen Punkten von quantitativer Veränderung in qualitative - ein ziemlich allgemeines Phänomen in der Natur ist. »... so hat jedes Metall seine Glüh- und Schmelzwärme, so jede Flüssigkeit ihren bei bekanntem Druck feststehenden Gefrier- und Siedepunkt ... so endlich auch jedes Gas seinen kritischen Punkt, wo Druck und Abkühlung es tropfbar flüssig machen.«⁵⁶ Er nennt eine ganze Reihe weiterer Beispiele aus der Wissenschaft, die zeigen, daß er bemerkenswert gut über viele der allerjüngsten Fortschritte in den Naturwissenschaften informiert war. Er argumentiert: »Man kann die Chemie bezeichnen als die Wissenschaft von den qualitativen Veränderungen der Körper infolge veränderter quantitativer Zusammensetzung.«⁵⁷

Zum Beispiel »... der Sauerstoff: Vereinigen sich drei Atome zu einem Molekül, statt der gewöhnlichen zwei, so haben wir Ozon, einen Körper, der durch Geruch und Wirkung von gewöhnlichem Sauerstoff sehr bestimmt verschieden.«⁵⁸ Und Engels weist auf die Entdeckung der periodischen Tafel der Elemente durch Mendeleyev hin, in der dieser als eine weitere Demonstration dafür, wie in der Natur quantitative Veränderungen an einer bestimmten Stelle in qualitative Sprünge umgewandelt werden, zeigte, daß gewisse qualitative Eigenschaften von Elementen periodische Funktionen ihrer atomaren Gewichte sind.

Engels stellte fest: »Wahrscheinlich werden dieselben Herren, die bisher das Umschlagen von Quantität in Qualität als Mystizismus und unverständlichen Transzendentalismus verschrien haben, jetzt erklären, es sei ja etwas ganz Selbstverständliches, Triviales und Plattes, das sie seit langer Zeit angewandt hätten, und somit werde sie garnichts Neues gelehrt.« Nun, antwortete Engels, »und wenn diese Herren seit Jahren Quantität und Qualität haben ineinander umschlagen lassen, ohne zu wissen, was sie taten, so werden sie sich trösten müssen mit Moliere's Monsieur Jourdain, der auch sein Leben lang Prosa gesprochen hatte, ohne das geringste davon zu ahnen.«⁵⁹

Engels stellt weiter fest, daß Veränderung in der Natur oft durch die "gegenseitige Durchdringung der Gegensätze"⁶⁰ oder die "Bewegung durch Gegensätze, die sich in der Natur überall durchsetzt"⁶¹ charakterisiert ist. Und er argumentiert, daß "die Negation der Negation" - die Entwicklung durch eine neu zustandekommende Synthese, die über die Elemente des 'Widerspruchs' hinausgeht und sie transformiert - ein weiteres für Prozesse des Wandels typisches Charakteristikum sei. Wandel auf die Weise zu sehen, wie Engels ihn beschreibt, ist für ihn kein Ersatz für das Verständnis des "besonderen Prozesses" selbst.⁶²

Engels nennt eine Reihe von Beispielen, um die Art von Prozessen zu illustrieren, die er meint. Im 'Anti-Dühring', einer Polemik, sind einige der Beispiele ziemlich platt und einige sind zirkulare Prozesse, die die qualitative Entwicklung, die Engels darzulegen behauptet, nicht wirklich aufzeigen. Aber unter den Notizen in der 'Dialektik der Natur' verstreut kann ein Eindruck davon gewonnen werden, womit er sich herumschlägt. Engels diskutiert z.B.

⁵⁶ ebenda, S. 351

⁵⁷ ebenda, S. 351

⁵⁸ ebenda, S. 351

⁵⁹ ebenda, S. 353

⁶⁰ ebenda, p.357

⁶¹ ebenda, p.492

⁶² Engels: Anti Dühring, p.130

die Frage lebender Organismen, die er dem besten wissenschaftlichen Verständnis seiner Zeit gemäß 'albumine Körper' nennt (heute würden wir von Körpern auf der Basis von DNA, RNA und Proteinmolekülen sprechen). Eine Bedingung der Existenz eines jeden lebenden Organismus ist die, daß er "andere geeignete Substanzen aus seiner Umgebung absorbiert und sie assimiliert":

»... nicht lebende Körper verändern, zersetzen oder kombinieren sich auch im Lauf der natürlichen Dinge; aber dabei hören sie auf, das zu sein, was sie waren. Der Fels, der verwittert, ist kein Fels mehr; das Metall, das oxydiert, geht in Rost über. Aber was bei toten Körpern Ursache des Untergangs, das ist beim Eiweiß Grundbedingung der Existenz. ... diese ununterbrochene Umsetzung der Bestandteile im Eiweißkörper, dieser andauernde Wechsel von Ernährung und Ausscheidung ... Das Leben, die Daseinsweise des Eiweißkörpers besteht also vor allem darin, daß er in jedem Augenblicke er selbst und zugleich ein anderer ist; und dies nicht infolge eines Prozesses, dem er von außen her unterworfen wird, ... Im Gegenteil ... der ... Stoffwechsel ... [ist] seinem Träger, dem Eiweiß inhärent, eingeboren...«⁶³

Beim ersten Punkt geht es um die Frage, wie Dinge angesichts äußerer Impulse, Effekte und Drucks zur Veränderung ihre Einheitlichkeit ihre Identität wahren. Dieser Druck "negiert" das Objekt (ganz wörtlich im von Engels angeführten Beispiel des Rosts). Aber einige materielle Objekte haben die Fähigkeit, auf solchen Druck völlig unterschiedlich zu reagieren - insofern als solch ein Objekt diesen Druck absorbiert und sich im Laufe des Prozesses gleichzeitig verändern und sich bewahren kann 'negiert er die Negation'. In der Tat deutet Engels im oben zitierten zweiten Absatz die Möglichkeit eines selbst oder intern geschaffenen Wandels an - das heißt eine selbstbegrenzte Totalität, die sich unter dem Eindruck ihrer eigenen inneren 'Widersprüche' entwickelt (wenngleich das von ihm benutzte Beispiel nicht ganz passt). Engels selbst hat diese Ideen nie vollständig entwickelt, aber er versucht das Wesen eines Musters oder einer Möglichkeit eines Prozesses der Veränderung zu fassen, der durch einige Aspekte der natürlichen Welt aufgezeigt wird. Es ist keine Formel und auch kein Ersatz für eine Erforschung und Erklärung "der besonderen Natur jedes einzelnen Falls"⁶⁴

Engels wurde manchmal angegriffen, weil einige der wissenschaftlichen Ergebnisse, die er anführt, sich seitdem als falsch erwiesen haben. Beispielsweise glaubte Engels an den Äther, ein vermeintliches Medium, das den gesamten Raum ausfüllt und durch das Lichtwellen verbreitet werden. Er neigte beispielsweise auch dazu, die als Lamarckismus bekannte Evolutionstheorie anzunehmen, derzufolge die Entwicklung nicht nur das Ergebnis natürlicher Auslese, sondern auch der Vererbung erworbener Eigenschaften ist. Wir sollten uns jedoch daran erinnern, daß im ersten Fall alle Wissenschaftler jener Tage die Vorstellung vom Äther teilten und daß im zweiten Fall die meisten Biologen der Zeit, einschließlich Darwin, mit ihm bezüglich der möglicher Vererbung erworbener Eigenschaften übereinstimmten. Beide Anschauungen haben sich inzwischen als falsch herausgestellt. Aber es ist unfair, Engels wegen Ansichten anzugreifen, die von den besten Wissenschaftlern seiner Zeit geteilt wurden. Wir sollten auch daran denken, daß Engels Schriften über Naturwissenschaft vorläufige Gedanken, oft nur rohe Notizen sind und keineswegs eine voll ausgearbeitete Darlegung seiner Anschauungen. Er hat die 'Dialektik der Natur' mit dem Satz beendet: *»Alles dies stark zu revidieren.«⁶⁵*

⁶³ ebenda, S. 76

⁶⁴ ebenda, p.30

⁶⁵ F. Engels: "Dialektik der Natur" S. 569

Engels bestand jedoch darauf, daß dieser allgemeine Ansatz den Ergebnissen der modernen Wissenschaft entsprach. »*Die Natur ist die Probe auf die Dialektik, und wir müssen es der modernen Naturwissenschaft nachsagen, daß sie für diese Probe ein äußerst reichliches, sich täglich häufendes Material geliefert und damit bewiesen hat...*«⁶⁶ Wie steht es mit dieser Behauptung angesichts der wissenschaftlichen Entwicklungen in den 100 Jahren seit Engels' Tod?

Naturwissenschaft in der Zeit nach Engels

Im Jahrhundert seit Engels' Tod wurde fast jedes Gebiet der Naturwissenschaft durch neue Durchbrüche in unserem Verständnis von der Natur radikal umgewälzt.

Die Geologie z.B. wurde durch die Theorie der Plattentektonik oder der 'Kontinentaldrift' revolutioniert. Statt die Landmassen auf der Erdoberfläche als dauerhaft zu sehen, haben wir nun ein wissenschaftliches Verständnis davon, wie sie sich entwickelt, verändert und während der Erdgeschichte bewegt haben. Und das ist kein abgeschlossener Prozess: die Kontinente bewegen sich auch heute noch weiter. Permanent wird neues Land geschaffen und bestehendes kontinentales Material zerstört. Das neue Verständnis bedeutet, daß wir anfangen können, die Entwicklung und den Wandel natürlicher Phänomene von Gebirgszügen bis zu Ozeanen und Erdbeben in einer Art und Weise zu erklären, wie es vorher unmöglich war. Das Verstehen der Plattentektonik wirft auch neues Licht auf die biologische Evolution.

Lange Zeit haben sich viele Geologen trotz der zunehmenden Beweise dafür gegen die Theorie der Plattentektonik gewehrt. Voll akzeptiert wurde sie erst in den letzten 30 Jahren oder so. Diese Wissenschaftler wären vielleicht gegenüber dem neuen Verständnis weniger ablehnend gewesen, wenn sie daran gewöhnt gewesen wären, im Sinne von Engels' Argument, daß sich alle Natur verändert, zu denken, daß das, was als statisch und fest erscheint, sich als ganz anders herausstellt. Engels wußte natürlich nichts von Plattentektonik, aber seine allgemeine Haltung brachte ihn dazu, vor der Idee zu warnen, »...*die jetzigen fünf Weltteile hatten immer schon bestanden.*«⁶⁷

Die Biologie hat seit Engels' Tod sogar eine noch weitergehende Veränderung durchgemacht. Zunächst hat Mendel's Genetik und dann in jüngeren Jahrzehnten die Molekularbiologie - und noch eine Menge anderer Fortschritte - unser Verständnis von lebenden Organismen verändert. Wie das aber so oft bei gewaltigen neuen Durchbrüchen ist, hat gerade dieser Erfolg bei vielen Biologen zu einer falschen einseitigen Sichtweise geführt. In der Biologie ist das oft mit politischen und ideologischen Fragen verbunden - da Behauptungen über die menschliche Biologie leicht zu Feststellungen bezüglich der menschlichen Natur und Gesellschaft führen können.

Der zumindest unter Molekularbiologen moderne Ansatz kann am besten als 'reduktionistischer Determinismus' bezeichnet werden. Dieser Sichtweise zufolge ist alles was wir einmal bei der Biologie und dem Verhalten von Menschen eine mechanische und direkt determinierte Konsequenz unserer Gene - von Reihen von DNA Molekülen innerhalb einer jeden Zelle unseres Körpers. In seiner extremsten Form führt das zu der Behauptung, daß es Gene für Aggression, Homosexualität, Kriminalität, Obdachlosigkeit und dergleichen gebe. Es führt zur Soziobiologie, in der menschliches Verhalten und soziale Entwicklung als direkte Konsequenz unserer Gene betrachtet werden - Krieg, Sexismus, Rassismus usw. werden somit als Produkte unserer biologischen Evolution

⁶⁶ F. Engels: "Anti-Düring". S. 22

⁶⁷ F. Engels: "Dialektik der Natur" S. 314

angesehen. Und es führt zu einer Sichtweise, in der menschliche Wesen als vom 'Egoismus-Gen' manipulierte roboterartige Behälter gesehen werden. Ohne so weit zu gehen, argumentieren viele Biologen doch so, als seien Gene alles, was wirklich zähle, alles was wir wissen müßten, um unsere Biologie und selbst unser Verhalten zu verstehen.

Das meiste davon ist eine Mixtur von armseliger Wissenschaft, Ideologie und fantastischer Phantasiegeschichten über die Evolution. Andere sind, oft unbewußt, beeinflußt durch das Geld, das für Forschung in diesem Bereich zur Verfügung steht - Molekularbiologie und Genetik sind heute ein großes Geschäft. Einige lassen sich einfach von den realen Erfolgen bei der Verbesserung unseres Verständnisses, die Molekularbiologie und Genetik mit sich gebracht haben, dazu hinreißen, davon auf eine falsche allgemeine Anschauung zu verallgemeinern, ebenso wie es Engels zufolge vielen Naturwissenschaftlern nach der wissenschaftlichen Revolution des 16. und 17. Jahrhunderts erging.

Zum Glück gibt es eine wachsende Zahl namhafter Biologen, die diesem Ansatz mit starken Argumenten entgegentreten. Zwei der bekanntesten, die ihre Ansichten in populären Arbeiten dargelegt haben, sind Richard Lewontin in den USA und Steven Rose in Großbritannien. Sie sagen, daß ein richtiges Verständnis der Biologie und der gewaltigen Fortschritte der letzten Jahrzehnte einen völlig anderen Ansatz verlange. Diesen bezeichnen sie als 'dialektische Biologie'. Darüberhinaus geben diese Wissenschaftler offen zu, daß ihr allgemeiner Ansatz von Engels inspiriert ist, wie man aus solchen Büchern wie 'Not in Our Genes', 'The Making of Memory', 'The Doctrine of DNA' und 'The Dialectical Biologist'⁶⁸ entnehmen kann - deren Lektüre im übrigen in keinem Fall eine formale oder technische Ausbildung in Biologie verlangt.

Es gibt zwei Gründe dafür, sich im Einzelnen mit den Fortschritten in der Physik seit dem Tod von Engels zu beschäftigen. Der erste ist der, daß die Revolution in der Physik der letzten 100 Jahre die spektakulärste in irgendeiner Naturwissenschaft war. Sie hat die allergrundlegendsten Vorstellungen, die die ganze vorhergegangene Naturwissenschaft stützten, radikal verändert. Der zweite ist der, daß es, während es im Bereich der Biologie zumindest einige namhafte tätige Wissenschaftler gibt, die sich für einen dialektischen Ansatz einsetzen, das in der Physik nicht der Fall ist.

Der Unterschied kann durch einen kurzen Blick auf die 1993er Liste für die engere Auswahl für den angesehenen jährlichen Rhone-Poulenc Preis für naturwissenschaftliche Bücher illustriert werden. Der Gewinner war 'The Making of Memory' von Steven Rose. Das ist ein wunderbar geschriebener Bericht darüber wie Naturwissenschaft arbeitet und zwar von jemandem, der dazu wichtige Beiträge geleistet hat. Es ist auch eine scharfe Kritik der reduktionistischen und deterministischen Biologie und eine offene Verteidigung dessen, was der Autor als "eine dialektische Biologie" bezeichnet.

Daß das Buch von Steven Rose den Preis gewann, war in der Tat eine Überraschung. Der Favorit war nämlich zuvor 'The Mind of God' gewesen, ein Buch des berühmten theoretischen Physikers Paul Davis über moderne Physik. Darin behauptet er, daß die sich

⁶⁸ S. Rose, R. Lewontin und L. Kamin: **Not in Our Genes.**(Penguin 1984); S. Rose: **The Making of Memory.** London 1992; R. Lewontin: **The Doctrine of DNA.** London 1993; R. Levensand R. Lewontin: **The Dialectical Biologist** (Harvard University Press, 1985). Warum Biologen mehr zu einem dialektischen Ansatz neigen als andere Naturwissenschaftler ist eine interessante Frage. Ich nehme an, daß das Ergebnis einer Kombination von Faktoren ist. Der eine ist der, daß das wissenschaftliche Material selbst Biologen klarer zu einem dialektischen Verständnis drängt. Zweitens werden Biologen politische und philosophische Diskussionen in schärferer Weise aufgedrängt als vielen anderen Naturwissenschaftlern, Diskussionen beispielsweise über die Natur des Menschen etc. Drittens muß die Tatsache eine Rolle spielen, daß eine Reihe der betroffenen Biologen irgendwann einmal eine Verbindung zu marxistischen politischen Traditionen hatte, mehr jedenfalls als z.B. Physiker.

aus der Physik ergebende Lehre heute folgende sei: "Wir müssen ein von der rationalen Erklärung unterschiedliches Konzept des Verstehens annehmen. Möglicherweise ist die Mystik ein Weg zu solch einem Verständnis."⁶⁹

Das vorhergehende Buch von Davis war auch ein populärer Bestseller über moderne Physik, den er zusammen mit John Gribbin, einem ausgebildeten Astrophysiker und Berater für Physik bei der namhaften Zeitschrift 'New Scientist', geschrieben hatte. Der Titel ihres Buchs weist auf ihr Hauptargument hin. Er lautet 'The Matter Myth' (Der Mythos von der Materie). Ihre zentrale These ist, daß "der Materialismus tot ist...In diesem Jahrhundert hat die Physik die zentralen Annahmen der materialistischen Lehre in einer Folge verblüffender Entwicklungen zerstört."⁷⁰ Sie fahren fort und machen deutlich, um welche Entwicklungen es sich handelt: "zuerst kam die Relativitätstheorie...dann die Quantentheorie....eine andere Entwicklung geht noch weiter, die Chaostheorie."⁷¹

Wenn diese Autoren, die ziemlich typisch für vieles sind, was als ernsthaftes Nachdenken über die moderne Physik durchgeht, recht haben, dann ist das eine ernste Angelegenheit. Jedoch, weit davon entfernt, den Materialismus zu untergraben, sind die gerade von diesen und ähnlichen Autoren zitierten Fortschritte in der Tat gewaltige Fortschritte auf dem Weg eines materialistischen Verständnisses von der Natur. Darüberhinaus sind sie auch eine wundervolle Bestätigung der von Engels vorgebrachten allgemeinen Argumente, ein gewichtiger Beleg für die Notwendigkeit eines dialektischen Ansatzes des Verständnisses der natürlichen Welt.

Die ersten beiden der erwähnten naturwissenschaftlichen Fortschritte, die Relativitäts- und die Quantentheorie, waren Bestandteil der Revolution, die die Naturwissenschaft in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts umkrempele und die besonders mit der Arbeit von Albert Einstein assoziiert wird.

Diese Revolution war das Ergebnis einer tiefen Krise der Naturwissenschaft. Zum Zeitpunkt des Todes von Engels gab es eine Reihe von auffallenden Widersprüchen zwischen verschiedenen Zweigen der Physik. Theorien, die erfolgreich verschiedene physikalische Phänomene erklärten, widersprachen sich gegenseitig grundlegend. Aus dem Versuch, diese Widersprüche zu lösen, wurde die neue Revolution in der Naturwissenschaft geboren. Es wurde ein neues, tieferes Verständnis über die zuvor widersprüchlichen Elemente hinaus erreicht, das gleichzeitig zeigte, weshalb diese in gewissen Grenzen funktioniert hatten. Dieser Prozess ist für die Geschichte der Naturwissenschaften recht typisch. In der historischen Entwicklung naturwissenschaftlicher Ideen finden Engels Argumente dazu, wie Wandel geschieht, eine sichere Basis.

Die Relativitätstheorie wurde von Einstein zwischen 1905 und 1915 entwickelt. Der erste Schritt, bekanntgeworden als 'spezielle Relativität', entstand aus einem Widerspruch zwischen Theorien über Bewegung und Dynamik einerseits und Theorien über Elektromagnetismus - Phänomenen wie Radio- und leichten Wellen sowie elektrischen und magnetischen Kräften andererseits. Im Bereich der Dynamik hatten Newton's Bewegungsgesetze mehr als zwei Jahrhunderte lang den Test bestanden. Dann hatte in den

⁶⁹ P. Davis: **The Mind of God** (London 1992) p.231f. Um gegenüber Davis fair zu sein, muß man betonen, daß er einer der wenigen Autoren über moderne Physik ist, der die richtigen Fragen stellt. Der überwiegende Teil seines Angriffs auf den Materialismus ist in der Tat eine durchaus gerechtfertigte Zurückweisung eines mechanischen Materialismus. Das, worauf er dabei größtenteils zielt, unterscheidet sich wenig von Engels eigenen Argumenten. Ich weiß nicht, ob Davis Engels je gelesen hat. Bedauerlicherweise führt ihn - sei es aus der Unkenntnis dieser Tradition oder aus anderen Gründen - die richtige Ablehnung des mechanischen Materialismus zur falschen Zurückweisung des wahren Materialismus.

⁷⁰ P. Davis and J. Gribbin: **The Matter Myth**. (London 1991), p.7

⁷¹ ebenda, S.8

1860er Jahren James Clerk Maxwell das Verständnis des Elektromagnetismus auf gleiche Höhe gehoben, indem er alle elektromagnetischen Phänomene mit einer Reihe einfacher und wundervoller Gesetze beschrieb. Maxwells Gleichungen waren ein großer Durchbruch; sie ermöglichten die Vorhersage von Radiowellen und führten zu einer Menge anderer Entwicklungen; noch heute sind sie ein Kernelement moderner Naturwissenschaften.

Das Problem war jedoch, daß es einen Widerspruch zwischen Newton's Gesetzen und Maxwell's gab. Die Crux der Angelegenheit ist die, daß Newton's Gesetze für zwei Beobachter, die sich mit konstanter Geschwindigkeit relativ zu einander bewegten, die gleichen zu bleiben schienen, während Maxwell's das nicht taten. Das führte zu allen möglichen Widersprüchen. Beispielsweise bedeutete das zwei verschiedene physikalische Erklärungen des Elektrodynamos und -motors - wobei der eine Elektrizität in Bewegung umwandelt und der andere umgekehrt - Prozesse, die in der Tat als miteinander verbunden zu sein schienen. Einstein löste das Problem, indem er über beide bestehenden Theorien hinausging.

Grundlagen der Relativitätstheorie sind zwei Prinzipien über die Natur, die von Einstein zuerst 1905 dargelegt wurden. Das erste -in Hinblick auf den Widerspruch zwischen Newton und Maxwell - bestand darin, darauf zu bestehen, daß die Gesetze der Physik für jeden Beobachter unabhängig von seiner Geschwindigkeit die gleichen sein mußten. Das zweite Prinzip ist das, daß die Geschwindigkeit des Lichts konstant ist, die maximale Geschwindigkeit, die in der Natur vorkommt, und daß seine Geschwindigkeit unabhängig von der Bewegung der Quelle dieses Lichts ist.

Der letzte Teil davon ist es, der als unerhört erscheint. Man stelle sich vor, man wolle die Geschwindigkeit eines einem zugeworfenen Balls messen und findet heraus, daß sie die gleiche ist, egal ob er von einem bewegungslos in der Nähe stehenden Freund geworfen wird oder von einem anderen Freund, der in einem Überschallflugzeug an Ihnen vorbeisaustr. Da die Geschwindigkeit solcher Bälle nicht die gleiche ist, weshalb sollte es dann beim Licht so sein? Wenn wir aber die Natur betrachten, sollten wir stets Engels' Warnung vor den Gefahren des 'gesunden Menschenverstands' im Sinn behalten. In der Tat zeigt es sich nämlich, daß, wenn man die Geschwindigkeit des Lichts mißt, sie immer die gleiche ist, gleich wie schnell man selbst oder die Lichtquelle sich bewegen mögen. Das ist heute eine bewiesene Sache.

Aus Einsteins Argumenten folgen eine Reihe von Konsequenzen, die Vorstellungen des gesunden Menschenverstands über Zeit und Raum in Frage zu stellen scheinen. Diese neuen Vorstellungen sind seitdem getestet und in zahllosen Experimenten bestätigt worden. Die alten Vorstellungen sind Abstraktionen, Verallgemeinerungen davon, wie die Welt sich verhält, wenn Dinge sich mit geringer Geschwindigkeit relativ zu uns bewegen. Einstein hat gezeigt, daß diese Vorstellungen zusammenbrechen und nicht die Art und Weise erfassen können, in der sich reale materielle Objekte verhalten, wenn sie sich mit einem Tempo bewegen, das der Lichtgeschwindigkeit nahekommt. Das ist der Grund, weshalb Maxwell's Theorie der Elektromagnetik, bei der es um leichte Wellen geht, nicht gut zu Newton's Gesetzen passte. Ein entscheidendes Element in diesem neuen Verständnis ist, daß, was dem einen Beobachter als gleichzeitige Ereignisse erscheint, einem anderen, der sich in Relation zum ersten bewegt, keineswegs so erscheinen mag. Eine andere Konsequenz ist, daß Uhren, die sich bewegen, nachgehen. Eine genau gehende Uhr, die in einem Jet um die Welt fliegt, wird bei ihrer Rückkehr eine andere Zeit zeigen als genau die gleiche Uhr, die zu Hause geblieben ist. Für die meisten Phänomene, für die wir eine

direkte Erfahrung haben, ist der Effekt minimal, aber er wird groß und bedeutend, sobald die Geschwindigkeiten sich denen des Lichts nähern.

Einsteins Theorie war ein ausschlaggebender Schritt für die Niederlage der in der Newton'schen Physik enthaltenen Vorstellung eines absoluten Raums und absoluter Zeit und von absoluter Bewegung. Sie war ein Beweis für die Idee, daß alle Bewegung relativ sei. Bis zu Einstein hatte die Physik Materie, Masse, auch als etwas Totes und Unbewegliches aufgefasst, dem Energie von außen hinzugefügt werden müsse. Sicher, Energie konnte von einer Form in die andere umgewandelt werden, aber Masse selbst war etwas völlig anderes. Jetzt zeigte Einsteins Relativitätstheorie mit ihrer berühmten Gleichung $E = mc^2$, daß Masse in Energie und umgekehrt verwandelt werden kann.

Einstein erweiterte seine Theorie und bot eine neue Erklärung für die Schwerkraft, die nicht Bestandteil der früheren Theorie der "besonderen Relativität" gewesen war. "Allgemeine Relativität" beginnt mit einer einfachen Tatsache. In Newton's Theorie kommt die Masse vor, aber es gibt zwei verschiedene Massen - bekannt als 'schwerkraftbesitzende Masse' und als 'unbewegliche Masse'. Die eine ist diejenige, die Quelle der Schwerkraft ist, die andere ist das Maß des Widerstands eines Körpers gegen eine Veränderung in der Bewegung. In der Tat stellt sich aber heraus, daß die beiden, obgleich sie in der Physik Newton's völlig verschiedene Aspekte der Materie darstellen, stets das gleiche sind. Gewichtslosigkeit in einem fallenden Lift ist ein Beispiel. Einstein's Theorie ist ein Versuch, solche Fakten zu erklären. Sie versucht, die Schwerkraft in die neue relativistische Dynamik zu inkorporieren.

Allgemeine Relativität ist nicht, wie oft behauptet, nur ein exotisches Werkzeug für Spekulationen über das Universum, obwohl es auch dabei dienen kann. So etwas ganz Konkretes wie die Umlaufbahn des Planeten Merkur um die Sonne konnte mit den Gesetzen Newton's nie ganz erklärt werden - und das ungeachtet der eifrigsten Bemühungen von Generationen brillanter Physiker, Astronomen und Mathematiker. Die allgemeine Relativität ermöglicht es nun, sie zu erklären. Die Theorie wurde abermals auf spektakuläre Weise 1919 bestätigt als ihre neuartige Voraussage, daß sich die Lichtbahn von Sternen krümme, wenn sie nahe an der Sonne vorbeigeht, als richtig erwies.

Bei der Beschreibung der Materie und des Raums durch die allgemeine Relativität gibt es zweifellos schwierige mathematische Probleme. Diese Theorie besteht beispielsweise darauf, daß die Geometrie eines Materie enthaltenden Raums nicht euklidisch sei - die Art von Geometrie, die wir in der Schule lernen - sondern 'gekrümmt'. Eine Art zu versuchen, den Unterschied deutlich zu machen, besteht darin, die Art von Geometrie, die auf der Oberfläche eines Ballons möglich ist, mit der zu vergleichen, die auf einer flachen Oberfläche möglich ist. Auf der flachen Oberfläche summieren sich die drei Winkel eines Dreiecks auf 180 Grad. Auf einem Ballon gilt das nicht. Auf einer flachen Fläche stößt eine Linie niemals auf sich selbst, gleich wie lang sie ist; auf einem Ballon gilt auch das nicht. In der allgemeinen Relativität befindet sich die 'gekrümmte' Geometrie jedoch in den drei Dimensionen von Raum (oder, um genau zu sein, in den vier Dimensionen der Raum-Zeit) und nicht auf einer zweidimensionalen Oberfläche, ob flach oder balonartig. Trotz dieser Schwierigkeiten ist jedoch die letztliche Form dieser Theorie die schönste und eleganteste in der modernen Physik. Und der zentrale Bestandteil der Theorie ist gar nicht so schwierig. Er besteht einfach darin, daß der alte Begriff der Materie, die auf einem passiven nicht beeinflussten Hintergrund des Raums existiere, einfach nicht ausreicht. Die Materie und der Raum, in der diese sich befindet, sind vielmehr miteinander verbunden und

beeinflussen sich grundlegend. Die Geometrie des Raums und die Verteilung der Materie bedingen sich gegenseitig.

Weder die besondere noch die allgemeine Relativität stellen in irgendeiner Hinsicht den Materialismus infrage. Um die Jahrhundertwende konnten die bestehenden naturwissenschaftlichen Theorien einfach eine wachsende Zahl von in der Natur beobachteten Fakten nicht mehr erklären, und außerdem widersprachen sich die Theorien, die verschiedene Aspekte der Natur erklärten. Die neuen Theorien lösten diese Widersprüche, erklärten das bis dato Unerklärte und machten sowohl deutlich, weshalb die alten Theorien in gewissen Grenzen funktioniert hatten als auch, weshalb sie jenseits dieser Grenzen zusammenbrachen.

Engels hatte ganz sicherlich nicht die geringste Ahnung von einer Relativitätstheorie oder auch nur, daß die 200 Jahre alten Newton'schen Gesetze der Bewegung und Schwerkraft schon wenige Jahre nach seinem Tod umgestoßen werden würden. Aber die Entwicklung der Relativitätstheorie und ihrer zentralen Gedanken sind eine Illustration von vielen von Engels' zentralen Ideen. Er hatte darauf bestanden, daß alle Bewegung relativ sei. »*Bewegung eines einzelnen Körpers existiert nicht - nur relativ [gesprochen].*«⁷² Wichtiger noch ist, daß die ganze Ausrichtung der Relativitätstheorie eine präzise Illustration von Engels' Argument ist, daß Abstraktionen, die richtig zu Aspekten der Natur in gewissen Grenzen passen, jenseits dieser Grenzen nicht mehr brauchbar sind und einen neuen Ansatz verlangen. Und auch das neue Verständnis, daß Materie nicht etwas von Bewegung und Energie Getrenntes ist, sondern daß alle drei auf eine durch ein bestimmtes Gesetz festgelegte Art und Weise ineinander umgewandelt werden können, ist genau die Art von Prozess, auf die Engels als die Einheit der Gegensätze hinwies, eine charakteristische Offenbarung eines tieferen Verständnisses der Natur. Jemand, der festgestellt hätte, daß die Naturwissenschaft seiner Zeit auf die Tatsache hinweise, daß Bewegung und Umwandlung "die Art der Existenz, das inhärente Attribut der Materie" sei, wäre von der Relativitätstheorie weniger überrascht worden als viele andere.

Schließlich ist auch die zentrale Vorstellung der allgemeinen Relativität, daß nämlich Raum und Materie nicht einander entgegenstehende Aspekte der Natur seien, wobei die Materie vor einem passiven Hintergrund des Raums existiere, sondern, daß beide eng miteinander verbunden und sich wechselseitig determinierend seien, ein Beispiel, wie man es kaum besser finden kann, für die wechselseitige Durchdringung von Gegensätzen, für die Art von 'dialektischem' Verständnis also, für das sich Engels einsetzte und desbezüglich er darauf bestand, daß es für den Fortschritt der Naturwissenschaften zunehmend benötigt werde.

Die zweite Revolution im frühen 20. Jahrhundert kam mit der Quantentheorie. Auch sie war das Ergebnis unübersehbarer gewordener Widersprüche zwischen den gegebenen Theorien und den beobachteten Tatsachen - vor allem beim Verhalten kleiner Objekte wie Atome.

Atome sollte es beispielsweise auf der Grundlage des alten Verständnisses überhaupt nicht geben. Wenn Newton und Maxwell recht hatten - selbst, wenn sie durch die Relativitätstheorie miteinander versöhnt wären - dann sollte jedes Atom in sehr kurzer Zeit in einem Ausbruch von Strahlungen zusammenbrechen. Das ist aber ganz offensichtlich nicht der Fall. Aus solchen Problemen heraus - und aus einer Menge anderer vom Verhalten von Metallen, auf die ultraviolette Licht gerichtet wird, bis zur Frage, wie Körper Strahlung aufnehmen und abgeben - entwickelte sich die Quantentheorie.

⁷² F. Engels: "Dialektik der Natur", S. 514

Zunächst geschah das gänzlich auf einer ad hoc Basis - indem den alten Theorien einfach neue Stückchen hinzugefügt wurden, auch wenn diese im offenen Widerspruch zu anderen Teilen der Theorie standen. Aber in der 20er und 30er Jahren wurde eine radikal neue Theorie entwickelt. Drei Aspekte dieser 'Quantenmechanik' sind wichtig. Zunächst besagt sie, daß sich alle Objekte gleichermaßen als Wellen, wie Radiowellen, wie als kugelförmige Teilchen verhalten können. So kann sich also Licht, das man sich gewöhnlich als eine radioartige Welle vorstellt, als ein Teilchen verhalten, während ein Elektron, ein Teilchen, sich auch wie eine Welle verhalten kann. Was bis dahin - und auch heute noch dem Alltagsdenken entsprechend - sich gegenseitig ausschließende und widersprechende Vorstellungen zu sein schienen, erwies sich als eng miteinander verbunden, als die beiden Seiten der selben Medaille.

Zweitens besagt die Quantenmechanik auch, daß es in der Natur eine wesentliche Unschärfe gebe. Beispielsweise kann ein Elektron eine genau definierte und präzise Position oder Geschwindigkeit haben, aber nicht beides gleichzeitig. Drittens sagt die Theorie, daß einige Phänomene in der Natur wesensmäßig einen wahrscheinlichen Charakter haben, also vom Zufall bestimmt werden. So ist es unmöglich, beispielsweise vorauszusagen, welche der verschiedenen möglichen Energien eines sich um einen Atomkern herumbewegendes Elektron haben wird oder wann genau ein radioaktives Teilchen Strahlungen aussenden wird.

Die Theorie besagt, daß diese Zufälligkeit wohl nicht die gleiche ist, wie beispielsweise die beim Würfeln oder beim Werfen einer Münze, aber dennoch grundlegend. Beim Münzenwerfen ist der Zufall ein Ergebnis unserer Unwissenheit. Wenn wir die Anfangsbewegung unserer Hand zu dem Zeitpunkt messen würden, da die Münze unsere Hand verläßt, könnten wir voraussagen, auf welcher Seite sie landen wird. Der Zufall bei der Quantenmechanik ist nicht von dieser Art, er ist nicht einfach ein Ergebnis unseres Unwissens. Stattdessen geht es darum, daß es beispielsweise nicht einmal im Prinzip möglich ist, genau vorherzusagen, welche Energie ein Elektron besitzt. Stattdessen sagt sie, daß alles, was wir tun können, darin besteht, daß wir die Möglichkeit vorhersagen, daß es jede der möglichen Energien hat.

Eines sollte jedoch unterstrichen werden. Die Quantentheorie wirft den Determinismus keineswegs aus dem Fenster heraus, um uns so mit einem Bild von einer völlig vom Zufall regierten Welt zurückzulassen. Sie vermittelt vielmehr ein Bild eines subtilen Wechselspiels zwischen Zufall und Notwendigkeit. Die Quantentheorie hat es mit der Vorhersage der Wahrscheinlichkeit von Ereignissen zu tun, wie etwa der besonderen Energie eines Elektrons um einen Atomkern herum, und damit, wie sich diese Wahrscheinlichkeiten in einer streng deterministischen Weise in der Zeit entwickeln. Die Quantentheorie hat vorallem mit sehr kleinen atomaren Skalen zu tun und stimmt, wie nicht anders möglich, mit älteren Theorien darüber überein, wie sich große makroskopische Objekte verhalten. Darüberhinaus versucht sie zu erklären, wie Unschärfe im Kleinen in dem durchaus vorhersehbaren und deterministischen Verhalten resultiert, das für die größere, makroskopische Skala charakteristisch ist, die wir direkt wahrnehmen können.

Viele Eigenschaften der Quantentheorie scheinen bizarr zu sein und widersprechen vielen Annahmen des Alltagsverständnisses. Sie erklärt aber reale Tatsachen der Natur, die auf der Grundlage des alten Verständnisses nicht zu erklären waren. In zahllosen Experimenten ist sie in spektakulärer Weise bewiesen worden. Ihr Fernsehen oder Ihr Taschenrechner würden nicht funktionieren, wenn ihre Vorhersagen nicht genau wären. Sie ist im materialistischen Verständnis der Welt ein Schritt vorwärts und nicht zurück.

Trotzdem gibt es trotz ihrer Erfolge bei Vorhersagen ernste Probleme bei der Interpretation der Quantentheorie. Die Quantentheorie beschreibt Materie in Begriffen einer 'Wellenfunktion' - was sich auf die Tatsache bezieht, daß alle Materie gleichermaßen wellenartige wie teilchenartige Eigenschaften hat. Es gibt zwischen den Wissenschaftlern eine tiefe und ungelöste Kontroverse darüber, was diese 'Wellenfunktion' denn bedeute. Die meisten Naturwissenschaftler verstehen sie als eine Art von Beschreibung aller der betreffenden Materie zu einer bestimmten Zeit offenstehender Zustände und als ein Maßstab der relativen Wahrscheinlichkeit, mit der diese Materie, z.B. ein sich um einen Atomkern bewegendes Elektron, sich in irgendeinem dieser Zustände befindet. Wenn die untersuchte Materie mit irgendetwas Anderem interagiert, am offensichtlichsten, wenn sie gemessen wird, findet man sie in einem definitivem Zustand vor. Das wird der 'Zusammenbruch der Wellenfunktion' genannt. Auch hier gibt es eine große und ungelöste Kontroverse zwischen der Wissenschaftlern über diesen Prozess. Niemand kennt die Antworten.

Viele Physiker machen einfach mit dieser Theorie, die zu den erfolgreichsten in der Geschichte der Naturwissenschaften gehört, weiter. Die Probleme verdrängen sie einfach. Die seit langem als 'orthodox' verstandene Interpretation der Quantenmechanik, üblicherweise als Kopenhagen-Interpretation bezeichnet, ist wenig mehr als ein Gentlemen's Agreement, keine unangenehmen Fragen zu stellen.

Eine Menge guter Sachen sind über die von der Quantenmechanik und ihre Beziehung zu unserem Verständnis anderer Aspekte der Natur aufgeworfenen Probleme geschrieben worden. Trotzdem konnten diese Probleme bislang nicht gelöst werden. Wer glaubt, die Naturwissenschaften seien eine geschlossene Welt frei von Widersprüchen und mit endgültigen Antworten auf alle Fragen, täuscht sich sehr.⁷³

Es stimmt aber auch, daß von ziemlich angesehenen und ansonsten ganz nüchternen Wissenschaftlern eine Menge Unsinn geschrieben wurde. Einige behaupten z.B., daß ein bewußter Beobachter für den Zusammenbruch der Wellenfunktion notwendig sei. Angesichts dessen, daß die Welt - und mit ihr zusammenbrechende Wellenfunktion - zweifellos lange vor dem Menschen existierte, ist das nur eine andere Art, von Gott zu reden. Eine andere Vorstellung, die sehr in Mode ist, ist die, die man als die 'viele Welten'-Interpretation der Quantenmechanik bezeichnen könnte. Diese besagt, daß jede 'Messung' zum Ergebnis habe, daß sich das Universum in parallele Welten aufsplittere, die real existierten.⁷⁴ Das geht an dem wirklichen Problem, das mit dem 'Zusammenbruch der Wellenfunktion' verbunden ist, vorbei, indem gesagt wird, daß dieser in Wirklichkeit gar nicht stattfindet, daß stattdessen aber alle in der Wellenfunktion vereinigten Möglichkeiten sich wirklich realisierten, jede in einer einer Myriade von parallelen Universen. Das ist vielleicht Stoff für interessante Science Fiction, läßt aber als ernsthafte Naturwissenschaft einiges zu wünschen übrig.

⁷³ Gute Diskussionen der Probleme und interessante Vorschläge bezüglich möglicher Lösungen und das in einer ziemlich nicht-technischen Weise geschrieben sind beispielsweise zu finden in Coveney, P., Highfield, R.: *The Arrow of Time* (London, 1991) und Gell-Mann, M.: *The Quark and the Jaguar* (Little Brown, 1994). Einige der Probleme fangen auf überaus überzeugende Weise an, durch eine neue Generation faszinierender Experimente gelöst zu werden, von denen viele vorallem in Frankreich unter Wissenschaftlern wie Serge Haroche durchgeführt werden. Sie beginnen aufzuzeigen, wie der Übergang von der Merkwürdigkeit des quantenmechanischen Verhaltens atomarer Objekte zu einem üblicheren Verhalten größerer Objekte stattfindet. (Lecture by Serge Haroche, Royal Society, London, October 1994)

⁷⁴ Das war z.B. das Thema eines der Hauptartikel in der angesehenen Zeitschrift 'Scientific American' vom März 1994.

Inmitten all der ungelösten Probleme sollten wir uns daran erinnern, daß die Widersprüche und Probleme bei den neueren Theorien ihrem Wesen nach nicht größer sind als die bei den älteren Theorien - wir sind eben nur daran gewöhnt, die früheren Probleme zu ignorieren. So wird beispielsweise in der Schwerkraft-Theorie von Newton davon ausgegangen, daß Kraft unverzüglich auf jede Distanz wirke. Ein wenig Nachdenken wird aber offensichtlich machen, daß das wirklich eine bizarre Vorstellung ist, was aber die Menschen nicht daran gehindert hat, diese Theorie Hunderte von Jahren lang zu benutzen und das in gewissen Grenzen auch heute noch zu tun. Der große Naturwissenschaftler des 19. Jahrhunderts, Michael Faraday, war einer der wenigen, die lange vor Einstein auf die Schwierigkeiten mit der 'gespensterhaften Aktion auf Distanz', die das Herz von Newton's Theorie ist, hinwies.

Was sich schließlich auch immer als die korrekte Interpretation der Quantenmechanik erweisen wird, so besteht jedenfalls kein Zweifel daran, daß sie keine Herausforderung für den Materialismus ist, sondern ein Fortschritt für das materialistische Verständnis. Abermals sollten die Probleme, die sie hervorruft, vor dem Hintergrund der Tatsache gesehen werden, daß die alten Theorien einfach grundlegende Fakten der Natur nicht erklären konnten, während die Quantenmechanik das kann und darüberhinaus zu enormen Fortschritten in einer ganzen Reihe von Gebieten der Naturwissenschaft und Technologie geführt hat.

Angesichts der tiefliegenden und ungelösten Probleme in dieser Theorie ist es jedoch unwahrscheinlich, daß die Quantentheorie das letzte Wort darüber ist, wie sich Materie auf der subatomaren Ebene verhält. Irgendwann wird ein neues Verständnis entwickelt werden, das einige der Probleme lösen wird. Zweifellos wird dieses seinerseits neue Widersprüche und Probleme aufwerfen. John Bell, ein führender Vertreter der Quantentheorie, sagte:

»Die neue Art, die Dinge zu sehen, wird einen imaginativen Sprung beinhalten, der uns erstaunen wird. Auf jeden Fall scheint es, daß die quantenmechanische Beschreibung abgelöst werden wird. Darin ist sie wie alle anderen Theorien.«

Und er schloß mit einem Satz, der ein Echo von Engels' ganzer Haltung gegenüber der Naturwissenschaft ist: *»Ihr [der Quantenmechanik] Schicksal wird in ungewöhnlichem Maße in ihrer internen Struktur offenbar. Sie trägt den Keim der eigenen Zerstörung in sich«.*⁷⁵

Engels wäre ebenso wie jeder andere angesichts des Bildes der subatomaren Welt, wie es durch die Entwicklung der Quantenmechanik zustande gekommen ist, geschockt und überrascht gewesen. Aber viele der Schlüsselbegriffe der Quantentheorie illustrieren Engels' Argumente bezüglich der Natur. Sie zeigt, wie Zufall und Notwendigkeit nicht sich einander ausschließende und sich entgegenstehende Begriffe sind, wie in der Tat Zufall auf der einen Ebene der Natur deterministisches Verhalten auf einer anderen Ebene nach sich ziehen kann. Sie zeigt wie alte Vorstellungen von wellenartigem Verhalten und teilchenartigem Verhalten, die in Hinblick auf die meisten Aspekte der Natur, von denen wir direkte Erfahrung haben, zutreffen, zusammenbrechen, sobald sie über bestimmte Grenzen hinaus benutzt werden, und stattdessen ein neues Verständnis erforderlich wird.

Der führende britische Naturwissenschaftler John Haldane (typischerweise allerdings ein Biologe) schrieb 1940 nachdem er Engels und die verschiedenen Punkte diskutiert hatte, in denen dieser geirrt hatte: *»Ist all diese Kritik einmal vorgebracht, bleibt es doch erstaunlich, wie Engels den Fortschritt der Wissenschaft in den 60 Jahren, die seit er schrieb vergangen sind, vorweggenommen hat... Wären die Denkmethode von Engels*

⁷⁵ zitiert in 'The Arrow of Time', op.cit.

*bekannter gewesen, dann wäre die Veränderung unserer Ideen über Physik, die in den letzten 30 Jahren stattgefunden hat, problemloser vorsichgegangen.*⁷⁶ Sowohl die Quanten- wie die Relativitätstheorie, heute allgemein verbreitet und akzeptiert, waren noch viele Jahre nach ihrem Entstehen umstritten. In einem Rückblick auf diese Kontroverse kam Haldane, nachdem er Engels gelesen hatte, zu dem Schluß: »*Wären diese Bücher meinen Zeitgenossen bekanntgewesen, dann hätten wir es zweifellos leichter gefunden, die Relativitäts- und Quantentheorie zu akzeptieren.*«⁷⁷

In den Jahrzehnten seit der Entwicklung der Quantentheorie wurde unser Verständnis der grundlegenden Struktur der Materie weiter revolutioniert. Während man vor 60 Jahren dachte, daß alle Materie aus Protonen, Neutronen und Elektronen bestehe, auf die elektromagnetische und andere Kräfte einwirkten, hat sich jetzt ein viel reichhaltigeres Bild enthüllt. Protonen und Neutronen konnten als komplexe Systeme gezeigt werden, die sich aus als Quarkse bezeichneten noch elementareren Objekten zusammensetzen. Neue Kräfte wurden entdeckt und erklärt, wie z.B. die "Farb"-Kraft (die allerdings mit Farbe überhaupt nichts zu tun hat), von denen man denkt, daß sie als verantwortlich für die Interaktion zwischen Quarksen zu betrachten sind. Alle paar Jahre glauben irgendwelche Wissenschaftler, sie hätten nun die 'engültigen Bausteine' der Materie oder eine 'Theorie über alles' entdeckt. Es hat sich jedoch stets gezeigt, daß das Letzte, einmal über gewisse Grenzen hinaus eingehend untersucht, sich als nichts dergleichen erweist und daß Materie und ihr Verhalten eine unerschöpfliche Quelle der Überraschungen sind.

Selbst die Vorstellung des Vakuums, des leeren Raums, hat sich nach genaueren Untersuchungen jetzt als falsch erwiesen. Das Vakuum scheint eher ein blubbernder See zu sein, in dem Teilchen und Pakete von Materie und Energie ständig entstehen und aufhören zu bestehen. Das ist nicht nur Spekulation. Dieser Prozess spielt z.B. eine Schlüsselrolle bei der spontanen Emission von Licht durch einige Atome. Das allgemeine Bild, das sich aus der modernen Physik ergibt, ist das, daß Wandel, kontinuierliche Prozesse, Interaktion und Transformation eine fundamentale Eigenschaft der Materie und des Raumes sind, der nicht länger als von ihr getrennt betrachtet werden kann.

Das Beeindruckendste am heutigen Bild der Physik ist, wie gut es mit Engels' Anschauung übereinstimmt, daß alle Natur eine Geschichte besitze, wie scheinbar getrennte Fazetten der Natur miteinander verbunden seien und wie das Wesen der Materie gerade in ihrer kontinuierlichen Transformation und im Wandel liege.

Beispielsweise glaubt man jetzt, daß **alle** bekannten Kräfte und Teilchen in der Natur miteinander verbunden seien (alle Kräfte werden jetzt als von Materie-Teilchen getragen, oder als Energie - beide sind äquivalent - angesehen). Die Vorstellung, die sich immer deutlicher entwickelt, ist die, daß alle grundlegenden Kräfte der Natur in der Tat unterschiedliche Aspekte einer einzigen einheitlichen Kraft sind. Darüberhinaus hat die Natur diesem Verständnis zufolge eine Geschichte in einem weitaus fundamentalen Sinn als selbst Engels es für möglich gehalten hat, wenngleich sehr im Sinne seiner Argumentation.

Es scheint, daß bei den sehr hohen Energien, die für die Frühgeschichte des Universums typisch waren, alle Kräfte vereint waren. In dem Maße wie sich das Universum ausgedehnt und abgekühlt hat und damit die typischen Prozess-Energien abgenommen haben, wurde diese Symmetrie, diese Einheit wiederholt aufgebrochen und hat die Energien hervorgebracht, die dazu geführt haben, daß heute die verschiedenen Kräfte und die ihnen

⁷⁶ Sheehan, H.: op.cit., S. 31

⁷⁷ ebenda, S. 319

zugeordneten Teilchen, zu denen wir gewöhnlicherweise Zugang haben, als getrennt und unterschiedlich erscheinen.

Darüberhinaus sind alle bekannten 'Teilchen' und 'Kräfte' der Materie einfach nur verschiedene und vergängliche Manifestationen der gleichen zugrundeliegenden Essenz (die die meisten Naturwissenschaftler heute Energie nennen würden). Sie können alle ineinander umgewandelt werden. So vernichten sich beispielsweise ein Proton und ein Antiproton (zwei Teilchen, die bis auf die Tatsache, daß das 'Anti'-Teilchen eine entgegengesetzte elektrische Ladung hat), wenn sie aufeinandertreffen. Die freigesetzte Energie, oder korrekter die transformierte Materie, kann dann weitere Umwandlungen durchmachen und so zur Entstehung einer ganzen Reihe von anderen verschiedenen Materie-'Teilchen' führen.

So ist denn auch die allgemein akzeptierte Erklärung für die Entwicklung des Universums - bekannt als das 'kosmologische Standardmodell' oder volkstümlicher als der 'Urknall' - eine, in der die Materie wiederholte qualitative Transformationen durchgemacht hat, sobald der quantitative Wandel einen kritischen Punkt erreicht hat. Diese Entwicklung hat auf Grund einer der Materie innewohnenden Dynamik stattgefunden. Differenzierte Aspekte der Totalität der Materie, die eine grundlegende Einheitlichkeit aufweist, sind im Prozess ihrer wechselseitigen Interaktion immer weiter transformiert worden. Wir haben eine Evolution von Quarksen über Protonen und Neutronen, neutralen Atomen, Gaswolken, Sternen und Galaxien, der Bildung von schwereren Elementen wie Kohlenstoff, der Bildung von Planeten und durch eine Reihe weiterer Transformationen bis zum Entstehen organischen Lebens und bewußter menschlicher Wesen.⁷⁸

Auf jeder Stufe entsteht qualitativ neues Verhalten der Materie. So wurden Quarkse, die frei existierten, sobald die Temperatur des Universums unter einen kritischen Punkt fiel, permanent innerhalb von Teilchen wie Protonen eingesperrt, und damit entstand eine qualitativ neue Art von Physik (bei den heute im Universum existierenden Energien kann es keine freien Quarkse geben). Später, unterhalb eines anderen kritischen Punktes, konnten Protonen und Neutronen Elektronen einfangen, und erstmals ergeben sich die gesamten Möglichkeiten der reichen neuen Arena atomarer und molekularer Prozesse. Es bedurfte der weiteren Transformation der ersten solchen Moleküle unter den ganz besonderen Bedingungen des Inneren von Sternen und dann der Explosion solcher Sterne in als Supernova bekannten katastrophischen Ereignissen bevor die für die Bildung von Planeten wie der Erde ausschlaggebenden Elemente auch nur möglich wurden. Und eine weitere lange Serie von Umwandlungen von Materie ist Milliarden Jahre später in dem qualitativ neuen Phänomen menschlicher Wesen, von Bewußtsein und Gesellschaft gemündet.

Selbst eine flüchtige Bekanntschaft mit dem, was die Physik des 20. Jahrhunderts über die Natur herausgefunden hat, und mit ihren verschiedenen Aspekten und ihrer

⁷⁸ Die gesamte hervorragende Zeitschrift '**Scientific American**' hat ihre Ausgabe vom Oktober 1994 einem Überblick über diesen Prozess in seinen verschiedenen Stadien gewidmet. Liest man das nachdem man zuvor Engels gelesen hat, dann muß man fühlen, daß die Ausgabe seinem Andenken hätte gewidmet werden sollen. Nebenbei sollte darauf hingewiesen werden, daß das 'Urknall'-Modell seine eigenen Grenzen hat. Es gilt nur bis zu einem bestimmten Punkt. Die Gesetze der Physik, wie sie heute formuliert sind, brechen bei den sehr hohen Energien und Dichtigkeiten, von denen die Rede ist, wenn wir versuchen, auf dem Weg der Evolution bis zum 'Urknall' zurückzugehen, zusammen. Als Ergebnis davon kann bislang niemand diese Entwicklung über einen bestimmten Punkt hinaus zurückverfolgen. In dieser Hinsicht ist sogar das grundlegende Prinzip der Bewahrung der Energie nur in gewissen Grenzen ohne wenn und aber gültig. Es ist inzwischen klageworden, daß es verletzt werden kann, falls die dabei in Frage kommende Zeit - als eine Konsequenz des Unschärfeprinzips der Quantenmechanik - kurz genug ist.

geschichtlichen Entwicklung zeigen, daß der allgemeine Ansatz von Engels heute relevanter ist als je.

Die jüngste Entwicklung, die angeblich den Materialismus in Frage stellt, ist die Chaos-Theorie. Diese hat sich erst in den letzten 30 Jahren voll herausgebildet. Viele der Probleme und Themen, mit denen sie sich beschäftigt, wurden schon seit langem von Naturwissenschaftlern aufgebracht, vorallem von Henri Poincaré um die Jahrhundertwende. Aber die Erforschung der Probleme wurde erst mit der Entwicklung des modernen schnellen Computers möglich.

Die Chaos-Theorie sagt im Grunde, daß sich manche physikalische Systeme, obgleich sie von Gesetzen beherrscht sind, die genau voraussagen, was eine bestimmte Sache tun wird, unvorhersehbar verhalten. Das Wetter ist der am häufigsten zitierte Fall, üblicherweise in dem pitoresken Beispiel des 'Schmetterling-Effekts', der darin bestehen soll, daß das Schlagen der Flügel eines Schmetterlings in einem Teil der Welt letztlich zu Veränderungen führen kann, die sich derart akkumulieren, daß sie zu einem Hurricane auf der entgegengesetzten Seite der Erdkugel führen können.⁷⁹ In der Tat verhalten sich auch sehr einfache physikalische Systeme auf diese 'chaotische' Art und Weise. Beispiele sind etwa drei Körper, die unter dem Einfluß der Schwerkraft umeinander kreisen, oder ein einfaches Pendel, daß über einem Magnet schwingt. Solche physikalischen Systeme sind insofern unvorhersehbar als ihre Entwicklung derart empfindlich gegenüber geringsten Veränderungen der ursprünglichen Bedingungen, von denen diese Evolution ihren Ausgang nimmt, ist, daß der einzige Weg, herauszubekommen, was geschieht, der ist, abzuwarten und zu gucken.

Man hat sich dieser Theorie bedient, um zu behaupten, daß jeder Versuch, die Welt zu erklären, bewußt zu handeln, um sie in eine bestimmte Richtung zu verändern, fehlschlagen müsse. Alles, was uns bleibt, ist Unvorhersehbarkeit und Chaos. Versuche gesellschaftlicher oder wirtschaftlicher Planung werden nicht funktionieren, das Chaos des Marktes ist das einzig Mögliche, lautet das Argument. Das aber heißt, den Punkt bei dieser Theorie völlig zu verfehlen. Sie befaßt sich hauptsächlich mit Phänomenen, die man früher überhaupt nicht verstehen konnte. Jetzt kann da, wo die Unwissenheit herrschte, etwas erklärt werden, selbst wenn man dafür einige alte Vorstellungen überdenken muß. In der Tat zeigt die Chaos-Theorie, daß es ein Muster gibt, eine Struktur - wenngleich oft eine sehr komplizierte -, die vielen Phänomenen zu Grunde liegt, die zuvor überhaupt nicht verstanden wurden. Die Dynamik von Herzanfällen oder fluiden Turbulenzen, um nur zwei Beispiele zu nehmen, ist nie wirklich verstanden worden. Die Chaos-Theorie hat jetzt die Anfänge einer Erklärung bereitgestellt.⁸⁰

Chaos ist eine Eigenschaft dessen, was die Mathematiker als nicht-lineare Systeme bezeichnen. Bis zu den letzten paar Jahrzehnten haben sich alle Physiker in den vergangenen 300 Jahren mit dem beschäftigt, was Mathematiker lineare Systeme nennen. Lineare Systeme sind mathematisch sehr viel leichter zu behandeln. Der Hauptunterschied ist der, daß in einem linearen System das Ganze gleich der Summe seiner Teile ist, während in nicht-linearen Systemen das Ganze nicht einfach die Summe seiner Teile ist -

⁷⁹ Es wäre falsch anzunehmen, wie das oft geschieht, daß der Schmetterling alleine den Hurricane 'verursacht'. Der Punkt, um den es geht, ist der, daß eine geringfügige Veränderung in der Gesamtheit der Ursachen zu radikal unterschiedlichen Ergebnissen führen kann.

⁸⁰ Ein interessanter Aspekt der Chaos-Theorie besteht darin, daß die alten Vorstellungen über Dimensionen radikal verändert werden müssen. Normalerweise stellt man sich vor, daß etwas eine (eine Linie), zwei (eine Fläche) oder drei (ein Körper) Dimensionen hat. Die Chaos-Theorie zeigt, daß das eine begrenzte Vorstellung ist, die nicht ausreicht, die Realität in den Griff zu bekommen. Gegenstände können fraktionale Dimensionen (z.B. 1.57) haben. Die wunderschönen Bilder, die man oft in Büchern über Chaos sieht, sind die solcher 'Fraktale.'

eine Vorstellung, die zumindest seit Hegel grundlegend für ein dialektisches Verständnis ist.

Durch das Studium der Teile der Natur, die annähernd als linear angesehen werden können, können große Fortschritte erzielt werden und sind es auch. Aber alle wirklichen physikalischen Situationen sind nicht-linear. Manchmal können die nicht-linearen Effekte ignoriert werden, aber sehr oft auch nicht. Weil es sehr viel schwerer ist, nicht-lineare Mathematik zu treiben als lineare, ist die Wissenschaft meistens bis zur Entwicklung schneller Computer und der Chaos-Theorie vor der Behandlung von nicht-linearen Problemen zurückgeschreckt.

Zwei zentrale Aspekte der Chaos-Theorie sind interessant. Erstens zeigt sie, daß an verschiedenen Punkten kleine quantitative Veränderungen große qualitative Veränderungen des Verhaltens hervorbringen. Die Chaos-Theorie sagt und erklärt, warum das - wie schon Engels argumentierte - eine ziemlich universelle Eigenschaft der Welt der Natur ist.

Zweitens zeigt die Chaos-Theorie, daß in der Welt der Natur Determinismus und Unvorhersehbarkeit, scheinbar zwei entgegengesetzte und sich gegenseitig ausschließende Vorstellungen, in der Tat eng miteinander verbunden sind. Ein Prozess kann in einem sehr realen und wichtigen Sinn beides gleichzeitig sein.⁸¹ In der Quanten-Theorie kann Unvorhersehbarkeit auf einer Ebene deterministisches Verhalten auf einer anderen Ebene der Natur hervorbringen. Die Chaos-Theorie zeigt, daß auch das Gegenteil gilt. Ein System kann von streng deterministischen Gesetzen beherrscht werden und dennoch unvorhersehbares Verhalten erzeugen.

Und das ist nicht das Ergebnis von Unwissenheit. Wenn man die ursprünglichen Bedingungen irgendeines Systems spezifiziert, dann gibt es immer einen bestimmten Bereich des Irrtums, den man so zusammenfassen könnte: Irgendetwas ist »*richtig bis zu, sagen wir mal, eins zu 100 Millionen*«. In einem 'chaotischen' System, gleich wie klein dieser Bereich des Irrtums ist, kann gezeigt werden, daß eine Differenz, die sogar noch kleiner ist, zu deutlich und unvorhersehbar unterschiedlichen Ergebnissen bei der zukünftigen Entwicklung des Systems führen wird. Wenn man sagt, also gut, laßt uns die Spezifizierung der ursprünglichen Bedingungen präziser machen, um die Divergenz zu überwinden, dann kann das selbe Phänomen für eine noch geringere Differenz bei den ursprünglichen Bedingungen aufgezeigt werden und so weiter und so fort (diese ganze Idee kann mathematisch präzisiert werden).

Die Chaos-Theorie ist eine der Komponenten, die in jüngster Zeit die Grundlage für neue Entwicklungen gelegt hat, die zu den aufregendsten in der Wissenschaft seit vielen Jahren gehören. Sie sind als 'die Wissenschaft von der Komplexität' bezeichnet worden.

Diese Entwicklungen sind auch beeinflusst von neuen Entwicklungen im Bereich der Thermodynamik, der Wissenschaft von den Prozessen, die mit Hitze zu tun haben. Die Thermodynamik fristete lange Zeit ein schwieriges Dasein neben anderen Bereichen der Physik. Sie hatte ihren Ursprung in den Arbeiten von Wissenschaftlern wie Sadi Carnot in den frühen Jahren des 19. Jahrhunderts und erwuchs direkt aus den Versuchen, die wissenschaftlichen Prinzipien hinter den Dampfmaschinen zu verstehen, die eine

⁸¹ Für eine ausführlichere Diskussion der Chaos-Theorie s. mein "**Order out of Chaos**", International Socialism 48, 1990. Siehe auch z.B. I. Stewart: "**Does God Play Dice?**" (Basil Blackwell, 1989); J.Gleick: "**Chaos: Making a New Science**"(Sphere, 1988) vergl. Hess, R. und Hofner, G.: "**Ideologiekritische Betrachtungen zur Chaos-Theorie - Neue Perspektiven für Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften**" (Wissenschaft und Sozialismus) Frankfurt/M 1992

Schlüsselrolle für die industrielle Revolution spielten. Die Thermodynamik fing schon bald an, Probleme zu machen, denn sie schien ziemlich verschieden von dem Verständnis zu sein, das in den anderen Bereichen der Physik überwiegend entwickelt wurde. Wenn beispielsweise die Newton'sche Naturwissenschaft deterministisch war, dann hatten die Gesetze der Thermodynamik den Charakter von Wahrscheinlichkeiten.

Zweitens war die Newton'sche Wissenschaft streng zeitreversibel. Das bedeutet, daß es in, sagen wir mal, Newton's Gesetzen der Bewegung nichts gibt, was es ermöglichen würde, Veränderungen, die zeitlich nach vorne gerichtet sind, von solchen, die zeitlich rückwärts gerichtet sind, zu unterscheiden. Grob gesagt würde ein Film in einer rein Newton'schen Welt nicht anders aussehen, wenn er rückwärts statt vorwärts abgespielt würde. Das offensichtliche Problem besteht natürlich darin, daß die meisten realen Prozesse in der Welt keineswegs umkehrbar sind - versuchen Sie mal ein Ei wieder herzustellen oder die Milch aus Ihrem Kaffee herauszurühren. Die Thermodynamik hat es mit solchen unumkehrbaren Veränderungen zu tun; die Wärme fließt vom Warmen zum Kalten und niemals andersherum. Zeit und Entwicklung in einer bestimmten Zeitrichtung spielt bei der Thermodynamik eine Schlüsselrolle, und zwar derart, wie das für den Rest der physikalischen Gesetze weitgehend nicht der Fall ist.

Kurz gesagt konnte man die Thermodynamik nicht leicht mit den Gesetzen, die angeblich die Teilchen oder Moleküle, aus denen etwas bestand, beherrschten, in Übereinstimmung bringen. Da half nicht einmal die wissenschaftliche Revolution der Relativitätstheorie und Quantenmechanik viel - beide sind noch im oben beschriebenen Sinn zeitreversibel. Darüberhinaus war der größte Teil der Theorie der Thermodynamik im Zusammenhang mit dem Versuch entwickelt worden, Prozesse, bei denen Wärme eine Rolle spielt, zu verstehen, die einem stabilen Gleichgewicht nahe waren - vorallem weil das mathematisch einfacher war.⁸²

⁸² Die Thermodynamik und die klassische Dynamik können (mittels der statistischen Dynamik) für Systeme im oder nahe beim Gleichgewicht miteinander versöhnt werden. Aber diese Versöhnung bricht zusammen für Systeme, die weit von einem thermodynamischen Gleichgewicht entfernt sind. Engels Diskussion über Mathematik, von der er etwas verstand und die ihn sehr interessierte, ist ein anderer wichtiger Aspekt seines Werks. Seine Haltung ist verglichen mit einem Großteil der modernen philosophischen Diskussion über Mathematik, überaus erfrischend. Allzuoft werden in solchen Diskussionen mathematische Konzepte entweder einfach als die freie Schöpfung des menschlichen Geistes gesehen, der völlig von der realen Welt getrennt existiert, oder als ob sie unabhängig von der materiellen Welt oder menschlichem Denken in irgendeinem 'zeitlosen ätherischen Sinn' existierten. Das ist die Ansicht des führenden Mathematikers Roger Penrose (s. R. Penrose, "**The Emperor's New Mind**". London 1990). In seiner Vorstellung, die als Platonismus bezeichnet wird, weil sie viel mit denen dieses Philosophen des antiken Griechenlands gemein hat, existieren diese externen Konzepte ebenso "dort draußen" wie der "Mount Everest" (Penrose, S. XV) und werden "entdeckt", wenn es Mathematikern gelingt, durch einen Akt der Einsicht oder wenn sie "über die 'Werke Gottes' gestolpert sind" zu dieser 'platonischen' Welt durchzubrechen (Penrose, S. 126).

Im Gegensatz zu solchen Ansätzen besteht Engels darauf, daß mathematische Konzepte in der materiellen Welt begründet sind. "Die Begriffe von Zahl und Figur sind nirgends anders hergenommen als aus der wirklichen Welt." (Anti-Dühring, op.cit. p.36). Beispielsweise: "Zum Zählen gehören nicht nur zählbare Gegenstände, sondern auch schon die Fähigkeit, bei Betrachtung dieser Gegenstände von allen ihren übrigen Eigenschaften abzusehen außer ihrer Zahl - und diese Fähigkeit ist das Ergebnis einer langen geschichtlichen, erfahrungsmäßigen Entwicklung. Wie der Begriff Zahl, so ist auch der Begriff Figur ausschließlich der Außenwelt entlehnt und nicht im Kopf aus dem reinen Denken entsprungen. Es mußte Dinge geben, die Gestalt hatten und deren Gestalten man verglich, ehe man auf den Begriff Figur kommen konnte. Die reine Mathematik hat zum Gegenstand die Raumformen und Quantitätsverhältnisse der wirklichen Welt, also einen sehr realen Stoff. Daß dieser Stoff in einer höchst abstrakten Form erscheint, kann seinen Ursprung aus der Außenwelt nur oberflächlich verdecken" (Anti-Dühring, op.cit. p.36f.). Obwohl Engels darauf besteht, daß die Mathematik auf diese Weise in der wirklichen Welt verwurzelt ist, ist sie nicht einfach deren Widerspiegelung, sondern eher eine Abstraktion von ihr: "Um diese Formen und Verhältnisse in ihrer Reinheit untersuchen zu können, muß man sie aber vollständig von ihrem Inhalt trennen, diesen als gleichgültig beiseite setzen; so erhält man die Punkte ohne Dimensionen, die Linien ohne Dicke und Breite, die a und b und x und y, die Konstanten und die Variablen, und kommt dann ganz zuletzt erst auf die eignen freien Schöpfungen und Imaginationen des Verstandes, nämlich die imaginären Größen." Engels hat sicher

In den letzten Jahren haben jedoch Naturwissenschaftler wie der belgische Nobelpreisträger Ilya Prigogine begonnen, Thermodynamik bei Prozessen, die weit entfernt von einem Gleichgewicht und damit für die wirkliche Welt sehr viel typischer sind, zu untersuchen. Andere Wissenschaftler haben auf dieser Art von Arbeit und auf Elementen der Chaos-Theorie aufgebaut und versucht, sich die Beziehungen zwischen verschiedenen Aspekten der Natur anzusehen und insbesondere die Dynamik, den Prozess des Wandels, der komplexen physikalischen Systemen im allgemeinen zu Grunde liegt, und das ihnen gemeinsame Muster zu verstehen. Das ist ein Versuch, eine 'Dialektik der Natur' zu entwickeln, wengleich die meisten involvierten Wissenschaftler eine solche Sprache nicht benutzen würden.

Einer der Schlüsselbegriffe, den diese Wissenschaftler entwickelt haben, ist der von in komplexen Systemen hervortretenden Eigenschaften. Sie weisen darauf hin und versuchen zu erklären, wie die Materie selbst auf einer bestimmten Ebene von Komplexität neue Verhaltensweisen entwickelt, die aus den zugrundeliegenden Gesetzen entstehen, aber nicht einfach auf diese zurückgeführt werden können. Das verlangt ein Verständnis auf dieser neuen Ebene.

Ein Bild von der Natur fängt an aufzutauchen, in dem an gewissen Punkten physikalische Systeme nicht nur von regulär geordnetem Verhalten zu chaotischen unvorhersehbarem Verhalten wechseln können, sondern auch davon, wie Materie, sobald sie einmal ein bestimmtes Maß an Komplexität der Organisation erreicht, spontan neue höhere Formen geordneten Verhaltens hervorbringen kann. Das ist ein Bild von einer möglichen Entwicklung in der Natur, deren Wesen genau das ist, mit dem sich Engels in seiner Diskussion der 'Negation der Negation' herumgeschlagen hat. Einige physikalische Systeme können von einem stabilen geordneten Zustand durch irgendeinen Druck, eine Veränderung oder einen Impuls in einen chaotischen Zustand gebracht werden (sie sind dann 'negiert'). Aber unter bestimmten Voraussetzungen können dann einige dieser Systeme sich derart entwickeln, daß sie neue höhere Formen geordneten Verhaltens, oft mit neuen Eigenschaften, hervorbringen (die 'Negation der Negation').

Diese Art von Muster scheint für viele komplexe Systeme in der Natur typisch zu sein, und Wissenschaftler fangen jetzt an zu versuchen, das zu verstehen. Es gibt einige Hinweise darauf, wengleich das noch nicht allgemein anerkannt ist, daß komplexe Organismen von Materie mit wirklich neuartigen und 'kreativen' Eigenschaften jene 'am Rande des Chaos' sind, Systeme, die in einer dynamischen Spannung zwischen der Tendenz zu einer toten, stabilen und repetitiven Ordnung einerseits und einem

nicht behauptet, daß sich mathematische Konzepte im Prozess ihrer Herausbildung nicht weit von ihren materiellen Ursprüngen entfernten. Er griff z.B. diejenigen an, die mit der Idee dessen, was die Mathematiker imaginäre Zahlen nennen - wie i , die Quadratwurzel von -1 - nicht glücklich waren.

Engels äußerte sich weiter zu dem Problem, warum es so sei, daß 'reine' Mathematik auf die reale Welt 'angewandt' werden kann - ein Problem, das Philosophen der Mathematik lange umgetrieben hat. "Wie alle anderen Wissenschaften ist die Mathematik aus den 'Bedürfnissen' der Menschen hervorgegangen...Aber wie auf allen Gebieten des Denkens werden auf einer gewissen Entwicklungsstufe die aus der wirklichen Welt abstrahierten Gesetze von der wirklichen Welt getrennt, ihr als etwas Selbstständiges gegenüber gestellt, als von außen kommende Gesetze, wonach die Welt sich zu richten hat..., so und nicht anders wird die 'reine' Mathematik nachher auf die Welt 'angewandt', obwohl sie eben dieser Welt entlehnt ist und nur ein Teil ihrer Zusammensetzungsformen darstellt - und gerade 'nur deswegen' überhaupt anwendbar ist" (Anti-Dühring, op.cit. p.37). Engels Kommentare sind sicherlich noch weit entfernt davon, eine voll ausgearbeitete Philosophie der Mathematik zu sein, aber sie enthalten vieles, was einen nützlichen Ausgangspunkt für einen ernsthaften Versuch bildet, zu so einem Verständnis zu kommen.

unvorhersehbaren, unordentlichen und chaotischen Zustand andererseits ausbalanciert sind.⁸³

Wohin diese Entwicklungen führen werden, das weiß noch niemand, obwohl man sicher sein kann, daß man sie ebenso mißbrauchen wird wie fast jede neue wissenschaftliche Entwicklung von Darwin bis zur Chaos-Theorie. Phil Anderson, der den Nobel Preis für seine Arbeit über das, was man als Physik der kondensierten Materie bezeichnet, erhalten hat, ist einer von jenen, die sich bemühen, die Entwicklung in diesem Bereich voranzubringen. Er weist auf das Potential dieser neuen Wissenschaft hin, die gerade erst zeigt, »auf welcher Ebene von Komplexität völlig neue Eigenschaften erscheinen. Und auf jeder Stufe sind völlig neue Gesetze, Konzepte und Generalisationen notwendig. Psychologie ist keine angewandte Biologie und Biologie keine Chemie.«⁸⁴

Anderson gibt ein einfaches aber illustratives Beispiel für diesen Punkt aus der Alltagserfahrung - Wasser. Ein Wassermolekül ist nicht sehr kompliziert: ein großes Sauerstoff-Atom in Verbindung mit zwei kleineren Wasserstoff-Atomen. Sein Verhalten wird durch bestens bekannte Gesetze und präzise Gleichungen der Atomphysik bestimmt. Wenn aber einige Milliarden dieser Moleküle zusammengebracht werden, dann nehmen sie gemeinsam eine neue Eigenschaft an, die keines von ihnen für sich besitzt, Liquidität. Nichts bei den zugrunde liegenden Gesetzen, die das Verhalten der einzelnen Atome bestimmen, sagt uns irgendetwas über diese neue Eigenschaft. Die Liquidität ist 'emergent' (tritt plötzlich in Erscheinung, d.Ü.). Diese 'Emergenz' sagt Anderson produziert ein 'emergentes Verhalten' Die Liquidität kann durch Abkühlung plötzlich in die feste, kristalline Struktur von Eis umgewandelt werden. Auch dieses Verhalten ist für ein isoliertes Wasser-Molekül bedeutungslos.

Weitere einfache Beispiele in Form der Illustration liegen vor beim Eintreten der Konvektion, wenn eine Flüssigkeit wie Wasser erhitzt wird. Zuerst steigt die Temperatur in der Flüssigkeit durch Leitung. An einem bestimmten kritischen Punkt jedoch und unter gewissen Bedingungen findet eine abrupte qualitative Veränderung im Verhalten statt. Plötzlich wechseln Millionen von Molekülen zu einer - für sie - großen kohärenten Bewegung in achteckigen Konvektionszellen, bekannt unter dem Namen Bénard-Zellen, über. Bestimmte chemische Reaktionen legen ebenfalls diese Art spontanen Entstehens von Struktur oder Ordnung an den Tag. In diesen 'chemischen Uhren' machen Millionen Moleküle rythmische und strukturierte Transformationen in großem Maßstab durch - der wiederum relativ zum molekularen Maßstab ist, in dem die zugrundeliegenden Reaktionen stattfinden. Das sind Beispiele dafür, was in relativ einfachen physikalischen Systemen möglich ist. Die Möglichkeiten in komplexeren Systemen sind entsprechend größer.

Die Art von Verständnis, die Anderson und ähnliche Wissenschaftler gerade anfangen zu entwickeln, ist genau die, die Engels meinte mit dem dialektischen Verständnis des Umschlags von Quantität in Qualität. Es ist ein Verständnis, das zeigt, wie die Materie selbst, durch die Interaktion verschiedener Aspekte der gleichen Totalität (alle haben sich historisch aus dem 'scheinbar' undifferenzierten und homogenen frühen Universum

⁸³ Zur Diskussion über all diese Fragen siehe z.B.: "The Arrow of Time" op.cit.; M. Mitchell Waldrop: "Complexity" (Viking 1993) und I. Prigogine u. I. Stengers: "Order Out of Chaos" (Flamingo 1985)

⁸⁴ zitiert in M. Mitchell Waldrop, op.cit., S.82. Anderson erhielt 1977 den Nobel Preis für seine detaillierte Erklärung eines wunderbar dialektischen Prozesses in der Natur. Metalle sind entweder Leiter oder Isolatoren von Elektrizität. Dann aber wurde herausgefunden, daß bestimmte Metalle einen Wechsel von der Eigenschaft eines Leiters zu der eines Isolators durchmachen können. Anderson zeigte, wie diese überraschende Transformation stattfindet.

entwickelt) qualitativ umgewandelt wird und sich durch die Geschichte hindurch entwickelt.

Es bleibt wahr, daß die moderne Naturwissenschaft weiterhin ebensoviele Fragen aufwirft wie sie beantwortet, aber die Tatsache alleine, daß neue Fragen gestellt werden, sollte uns nicht dazu bringen, die vielen und wichtigen Antworten, die in den letzten hundert Jahren gefunden worden sind, zu ignorieren. Zweifellos werden einige der verschiedenen Hypothesen, die heute aufgestellt werden, um Aspekte der Natur zu erklären, wie Engels es formulierte "durch die Erfahrung ausgemerzt werden". Einiges ernsthaftes Jäten wird notwendig sein, da, wie stets in der Geschichte der Wissenschaft, Theorien, die verschiedene Teile der Natur erklären, voll von Problemen und oftmals wechselseitig unverträglich sind. Die Quantenmechanik und die Allgemeine Relativitätstheorie beispielsweise scheinen grundlegend inkompatibel zu sein. Nicht-lineare Prozesse werden jedoch als zunehmend unverzichtbar für das Verständnis der Natur betrachtet; während aber die Allgemeine Relativitätstheorie und die Chaos-Theorie radikal nicht-linear sind, ist das bei der Quanten- Theorie nicht der Fall. Alle drei sind im zuvor erklärten Sinn zeitreversibel; die neue Thermodynamik jedoch, um von der realen Welt gar nicht zu reden, weist auf die fundamentale Bedeutung irreversibler Prozesse in der Natur hin.⁸⁵

Welche Aspekte der bestehenden und irgendeiner neuen Theorie richtig sind, welche nur einen begrenzten Wert haben, und welche Erfindungen der Vorstellungskraft sind, wird erst klar werden, wenn wir einen Weg finden, dem einzigen letztlichen Schiedsrichter - der Materie in all ihren Aspekten und Veränderungen - die Antworten zu entlocken. Lenin, der Führer der russischen Revolution von 1917 brachte die Sache auf den Punkt als er die wissenschaftliche Revolution seiner Tage kommentierte:

⁸⁵ In der Elementarteilchen-Physik kombinieren viele der Theorien, die heute vorgebracht werden, um einige der Schwierigkeiten mit den existierenden Erklärungen zu überwinden, zwei Elemente. Einerseits scheinen sie oft wirkliche Einsichten zu enthalten, die eines Tages in jedes neue Verständnis der Problematik inkorporiert werden müssen. Andererseits sind sie jedoch oft mit seltsamen Begriffen beladen und mit wilden Spekulationen, die weit entfernt von jedem bedeutungsvollen Kontakt mit irgendeinem Aspekt der Welt sind, wie sie sich uns heute eröffnet - und sehr oft sind sich nicht einmal die Vertreter dieser Theorien sicher, worüber sie überhaupt reden.

Ein gutes Beispiel ist der jüngste Versuch, die Quantentheorie mit der Gravitation zu versöhnen - die String-Theorie. Diese scheint einen wirklichen Durchblick zu ermöglichen. Alle vorhergegangenen Versuche waren mit dem Problem unendlicher Quantitäten konfrontiert gewesen, die in den mathematischen Beschreibungen vorkommen und aus ihnen einen Nonsense machen. Der leichteste Weg, sich 'ein Bild davon zu machen', weshalb es dazu kommt, besteht darin, sich daran zu erinnern, daß sich in der Gravität beispielsweise die Kraft in umgekehrtem Verhältnis zum Quadrat der Entfernung - $1/r^2$ - verändert. In den herkömmlichen Erklärungen werden Teilchen wie beispielsweise Elektronen als punktgleich, ohne Ausdehnung, vorgestellt. Stellen Sie sich vor, was mit einem Begriff wie $1/r^2$ geschieht, wenn r Null wird. Auf eine kompliziertere aber analoge Art und Weise haben viele der grundlegenden Probleme der modernen Naturwissenschaften ihren Grund gerade in der die Physik beherrschenden Vorstellung von punktgleichen Teilchen. Die String-Theorie entledigt sich dieser Unendlichkeiten, und scheint zum ersten mal eine wirkliche Versöhnung von Quantentheorie und Schwerkraft vorstellbar zu machen. Der zentrale Punkt dabei ist der, daß sie Teilchen nicht als punktgleiche Objekte sieht, sondern eher als zweidimensionale Fäden (strings), wobei die Energien und die Massen der verschiedenen Teilchen den verschiedenen 'Harmonien' auf einer Gitarrensaiten analog sind. Das Problem besteht jedoch darin, daß die ganze Theorie nur in einem zehndimensionalen 'Raum' Sinn macht, der irgendwie derart strukturiert ist, daß wir nur die drei Dimensionen der alltäglichen Erfahrung sehen können. Die Theorie scheint zu besagen, daß das Wesen der Wirklichkeit ein zehndimensionaler Raum ist, die Erscheinung jedoch die des dreidimensionalen Raums der Alltagserfahrung. Es gibt ernste Probleme mit dieser Idee. Eines besteht z.B. darin, daß einige mathematische Schlüsselstrukturen, die unverzichtbar für die Erklärung der Welt sind, nur in einem dreidimensionalen Raum gelten. Deshalb ist niemand, einschließlich ihrer Erfinder, sicher, was die String-Theorie wirklich bedeutet, oder wie real die zusätzlichen Dimensionen denn nun wohl sind. Darüberhinaus ist es bislang auch noch niemandem gelungen, überprüfbare Ergebnisse aus ihr abzuleiten. Ist sie der Anfang eines neuen Verständnisses, oder eine Spekulation, die sich als beziehungslos zur Welt, wie sie wirklich ist, erweisen wird? (zur Diskussion über die String-Theorie s. F. David Pleat: "Superstrings". Cardinal 1988)

»... unser Wissen dringt tiefer; es verschwinden solche Eigenschaften der Materie, die früher absolut, unveränderlich, ursprünglich gegolten haben (Undurchdringlichkeit, Trägheit, Masse usw.) und die sich nunmehr als relativ, nur einigen Zuständen der Materie eigen erweisen. Denn die 'einzige' «Eigenschaft» der Materie, an deren Anerkennung der philosophische Materialismus gebunden ist, ist die Eigenschaft, 'objektive Realität' zu sein, außerhalb unseres Bewußtseins zu existieren.«⁸⁶

Ich habe schon darauf hingewiesen, wie einige führende Biologen sich bewußt auf die von Engels begründete Tradition beziehen. Heute fangen auch einige Physiker und Naturwissenschaftler auf anderen Gebieten an, den Zusammenhang zwischen der Art zu denken, auf sie sie gestoßen werden, und dem von Engels vertretenen Ansatz anzuerkennen. Ilya Prigogine, der eine Schlüsselrolle für die neue Thermodynamik gespielt hat, sagt z.B. "In einem gewissen Maße gibt es eine Analogie" zwischen den Problemen, mit denen er sich herumschlägt und dem "dialektischen Materialismus".

Und er sagt, daß das zentrale Verständnis, das sich aus den Entwicklungen der modernen Naturwissenschaften ergebe, darin bestehe, daß "die Natur als historisch bezeichnet werden könnte, das heißt als zu Entwicklung und Innovation fähig." Und er sagt weiter:

»Die Vorstellung von einer Geschichte der Natur als integraler Teil des Materialismus wurde von Marx und detaillierter von Engels geltend gemacht. Heutige Entwicklungen in der Physik haben somit innerhalb der Naturwissenschaften eine Frage aufgebracht, die von Materialisten seit langem gestellt wird.«⁸⁷

Richard Levins und Richard Lewontin haben ihr 1985 veröffentlichtes Buch **'The Dialectical Biologist'** "Friedrich Engels, der sich oft geirrt hat, der sich aber nicht geirrt hat, wo es darauf ankam" gewidmet.⁸⁸

Viele Naturwissenschaftler werden sagen, sie hätten keinen Bedarf für Philosophie, um die Natur zu verstehen, daß sie lediglich herausfinden, wie die Natur arbeitet. So sei es. Die Naturwissenschaften werden letztlich mit ihrer Wahrheit stehen oder fallen, ihrem Erfolg in der Praxis, welche auch immer die Gedanken in den Köpfen der Wissenschaftler oder von irgendjemandem sonst sein mögen.

Es lohnt sich aber, auf die Gefahren hinzuweisen, in die sich viele moderne Physiker, oder zumindest jene, die über die Bedeutung der Wissenschaft, die sie produzieren, nachdenken, begeben, wenn sie einen Versuch ablehnen, einen konsistenten materialistischen und dialektischen Ansatz zu gewinnen. Ich habe zuvor das Buch des Physikers Paul Davis "The Mind of God" und seine Rede davon, daß es möglicherweise notwendig sei, sich auf den "mystischen Pfad" zu begeben, zitiert. Mit solchen Gedanken steht er nicht alleine. Der Physiker Stephen Hawking beschließt seinen ansonsten hervorragenden Bestseller "Eine kurze Geschichte der Zeit", indem er über den »endgültigen Triumph der menschlichen Vernunft« bei der Erkenntnis von »Gottes Plan« spricht.⁸⁹

Selbst Ilya Prigogine beschließt sein im allgemeinen wunderbares Buch mit Zeug wie »Zeit ist eine Konstruktion und trägt damit eine ethische Verantwortung mit sich« und mit Referenzen an den »Gott der Schöpfung«.⁹⁰

⁸⁶ V.I.Lenin: "Materialismus und Empiriokritizismus", LW Bd 14, S.260,

⁸⁷ I. Prigogine, I. Stengers: "Order Out of Chaos". London 1988, S.252

⁸⁸ R. Levins, R. Lewontin: **The Dialectical Biologist**. (Harvard University Press) 1985

⁸⁹ Hawking, S.W.: "Eine kurze Geschichte der Zeit - Die Suche nach der Urkraft des Universums". Reinbeck bei Hamburg 1991, S.218 (engl. Original: A brief history of time. Bantam 1989, p.175)

⁹⁰ I. Prigogine, I. Stengers: op.cit., S.313

Es lohnt sich, hier an die Warnung von Engels vor der Illusion zu erinnern, daß die Naturwissenschaft ohne Philosophie auskommen könnte und an die Gefahren, denen solche "nüchternen Empiriker" anheim fallen können.⁹¹

Schlußfolgerungen

Es sollte nun klar sein, daß Engels allgemeiner Ansatz und seine Ausführungen über die Naturwissenschaften richtig sind und angesichts der Entwicklung dieser Wissenschaften in den 100 Jahren seit seinem Tod sehr gut dastehen. Diese Entwicklungen sind in der Tat ein kraftvolles Argument für die Notwendigkeit eines dialektischen Verständnisses der Natur.

Welche sind die Schlüsselemente eines solchen Verständnisses? Das erste ist, daß die Natur auf jeder Ebene historisch ist. Kein Aspekt der Natur existiert einfach so: er hat eine Geschichte, er entsteht, entwickelt sich, wird transformiert und hört schließlich auf zu bestehen. Aspekte der Natur mögen als fest, stabil, für eine kürzere oder längere Zeit in einem Zustand des Gleichgewichts befindlich erscheinen, aber keiner ist dauerhaft so. Das ist das unausweichliche Ergebnis der modernen Naturwissenschaften. Ein dialektischer Ansatz bedeutet, anstatt Konstanz und Gleichgewicht als den normalen Zustand zu erwarten, Veränderung zu erwarten, aber scheinbare Konstanz innerhalb gewisser Grenzen zu akzeptieren.

Das zweite Element, bei dem Engels recht hatte, ist die Notwendigkeit, die gegenseitigen Beziehungen zwischen den verschiedenen Aspekten der Natur zu sehen. Natürlich ist es notwendig, die Natur in ihre Einzelteile zu zerlegen, diesen oder jenen Aspekt zu isolieren, um ihn zu verstehen und zu analysieren. Aber das ist nur ein Teil der Geschichte und führt einen, wenn man darüberhinaus nicht welche auch immer für die Untersuchung isolierte Teile in ihren Verbindungen und Beziehungen sieht, zu einem einseitigen, begrenzten Verständnis. Teile haben nur ihre volle Bedeutung in Beziehung zum Ganzen. Das ist keineswegs ein Argument für einen mystischen 'Holismus'. Die wirklichen Beziehungen zwischen verschiedenen Aspekten der Natur müssen aufgezeigt werden und wissenschaftlich herausgearbeitet werden. Das bedeutet lediglich, darauf zu bestehen, daß eine solche Forschung für ein umfassendes Verständnis notwendig ist.

Wie bei den meisten Fragen, so gibt es auch hier eine Verbindung zwischen der Art und Weise, in der die Natur betrachtet wird, und der herrschenden Ideologie in der Gesellschaft. Die Tatsache, daß die Art, über die Natur zu denken, typisch ist, in der Gleichgewicht die Norm ist und isolierte Teile, Atome, im Mittelpunkt stehen, ist in einer modernen kapitalistischen Gesellschaft kein Zufall. Obwohl ursprünglich revolutionär, muß die Kapitalistenklasse jetzt jedoch denken - und uns auffordern, das zu glauben -, daß ihre Art, die Gesellschaft zu organisieren, die beste ist. Sie muß ungeachtet der sich täglich häufenden Beweise für das Gegenteil behaupten, daß Stabilität und Gleichgewicht die normalen Umstände sind. Sie muß behaupten, daß es keinen Grund gibt, weswegen die aktuelle Art, die Gesellschaft am Laufen zu halten, radikal verändert werden müsse. Ihre Sichtweise der Gesellschaft ist genau die atomisierter individueller Einheiten. Die Familie,

⁹¹ Für eine ausführliche Diskussion der in diesem Teil behandelten Ideen der modernen Naturwissenschaft bildet die im Folgenden aufgeführte Literatur einen guten Einstieg. Eines der besten Werke ist zweifellos P. Coveney, R. Highfield: "**The Arrow of Time**", das fast den gesamten hier behandelten Bereich abdeckt. Nützlich sind auch M. Mitchell Waldrop: "**Complexity**" und I. Prigogine, I. Stengers: "**Order out of Chaos**" und M. Gell-Mann: "**The Quark and the Jaguar**". Der Interessierte kann in diesen Werken weitere Verweise finden. Alle erfordern einiges Bemühen, aber keines dieser Bücher verlangt zu seinem Verständnis eine formelle mathematische oder naturwissenschaftliche Ausbildung. Wer sich detaillierter mit dieser Diskussion beschäftigen will, könnte den ziemlich allumfassenden Essay-Band von P. Davis (ed): "**The New Physics**" (Cambridge University Press 1989) versuchen - ein Großteil dieser Essays, wenn auch nicht alle, verlangen ziemlich gute Mathematikkenntnisse.

das Individuum stehen ganz oben. Wie Margaret Thatcher sagte: »*So was wie Gesellschaft gibt es nicht*«. Wenn das die herrschende Ideologie in der Gesellschaft ist, dann ist es nicht verwunderlich, daß sie oft auch die Art und Weise beeinflusst, in der Wissenschaftler über die Natur nachdenken.

Was ist mit den allgemeinen Mustern, den "Gesetzen", die Engels zufolge die Prozesse des Wandels und der Entwicklung in der Natur lenken? Ich würde sagen, daß es keine Frage ist, daß Engels' Argumente über quantitativen Wandel, der an gewissen Punkten zu qualitativen Transformationen führt, generell korrekt sind. Auf jedem Gebiet der Wissenschaft, bei jedem Aspekt der Natur, muß man notwendigerweise davon beeindruckt sein, wie gerade dieser Prozess wirkt. Jeder Versuch, die Welt der Natur zu verstehen, der nicht von der Erwartung ausgeht, daß gerade das ein typisches Kennzeichen von Veränderung und Entwicklung ist, kann nicht mit der modernen Wissenschaft in Übereinstimmung gebracht werden. Natürlich sagt uns die Erwartung eines solchen Musters der Veränderung überhaupt nichts darüber, wie der wirkliche Prozeß genau abläuft. Die Welt der Natur muß erforscht werden und ihr Verhalten festgestellt und wissenschaftlich erklärt werden.

Eine Konsequenz dieser Anschauung jedoch ist das immer mehr von der modernen Naturwissenschaft gestützte Verständnis, daß eine radikal antireduktionistische Naturbetrachtung notwendig ist. Eine quantitative Veränderung führt zu qualitativer Umwandlung, neue Organisationen der Materie entstehen. Diese haben ganz neue Verhaltensweisen, die, während sie mit den Gesetzen, die die zugrundeliegenden Bestandteile beherrschen, kompatibel sind, nicht einfach auf diese zurückzuführen sind. Biologie ist nicht einfach angewandte Physik und Chemie. Und auch das menschliche Verhalten und Bewußtsein ist nicht einfach angewandte Molekularbiologie. Ein Verständnis ist notwendig, das die Verbindungen zwischen all diesen verschiedenen Ebenen der Organisation der Materie sieht, denn sie sind alle das Ergebnis von nichts weiterem als der größeren oder geringeren Komplexität der Organisation der Materie - da sind keine mystischen oder vitalen Prinzipien am Werk. Aber es ist auch ein Verständnis der Natur notwendig, das akzeptiert, daß jede Ebene ihre eigenen Gesetze hat, die man nicht aus den Gesetzen ablesen kann, die auf einer andere Ebene gelten.

Überall in der Natur scheint es so zu sein, daß Dinge, die für längere oder kürzere Zeit irgendeine Dauerhaftigkeit haben, irgendeine Stabilität, das Ergebnis eines zeitweiligen dynamischen Gleichgewichts zwischen entgegenstehenden und sich widersprechenden Tendenzen sind. Das gilt für einfache physikalische Objekte wie Atome ebenso wie für lebende Organismen. Wenn diese Balance gebrochen wird - wie das an irgendeinem Punkt stets geschieht - 'kann' eine Veränderung zustande kommen, die eine neue Entwicklung mit sich bringt, eine Transformation in eine neue Situation, die nicht einfach eine Desintegration oder eine zirkuläre Wiedererschaffung des zuvor Gegebenen ist. Aber das ist eher ein Potential, eine Möglichkeit als eine generelle Eigenschaft. Darüberhinaus sind die Art und Weise, auf die Veränderung stattfindet, und die Arten von Möglichkeiten, Tendenzen oder Mustern, die sich ergeben können, auf den verschiedenen Ebenen der Organisation der Materie unterschiedlich.

Das gilt insbesondere für die Arten von Prozessen, von denen Engels als Beispiele für die 'Negation der Negation' spricht. Das scheint kaum Gültigkeit zu besitzen, wenn man über Veränderung bei einfachen physikalischen Objekten spricht. Wichtig wird es jedoch, wenn man über komplexere beständige Systeme spricht, die die Fähigkeit besitzen, wenn sie Impulse absorbieren, sich selbst zu erhalten und möglicherweise zu transformieren.

Deshalb passt es viel besser, wenn man biologische Organismen betrachtet, deren Existenzbedingung gerade die kontinuierliche Absorption und Transformation äußerer Materie ist. Noch offensichtlicher ist sie sogar in der Unterklasse lebender Körper, die die höhere Entwicklungsstufe von Bewußtsein und schließlich Bewußtsein ihrer selbst erlangt haben. Diese befinden sich dauernd unter dem Einfluß externer Verursachung (sie werden negiert), haben aber, indem sie sich dessen bewußt werden, die Möglichkeit, das unter ihrer eigenen Kontrolle zu inkorporieren (vorallem auf der kollektiven, gesellschaftlichen Ebene) und in diesem Prozess sich selbst und ihre Beziehungen mit der Außenwelt zu verändern. Lebendige Organismen eröffnen sich Art und Weisen von Entwicklung, Veränderungsprozessen, die es in der gleichen Form in der unbelebten Welt nicht gibt. Das gilt sogar noch mehr in dem Fall, daß mit dem Entstehen von menschlichem Bewußtsein und Gesellschaft neue Muster der Entwicklung und des Wandels möglich werden.

Darüberhinaus ist das Konzept aber auch wichtig, wenn man sich die Entwicklung der Gesamtheit der Materie selbst ansieht. Alle diese verschiedenen Ebenen der Organisation von Materie sind unterschiedliche Aspekte der gleichen materiellen Totalität, die wengleich differenziert über eine grundlegende Einheitlichkeit verfügt. Diese Totalität hat sich entwickelt und verschiedene Muster des Wandels hervorgebracht, die sich auf verschiedenen Ebenen der Organisation und Stadien der Geschichte der Welt der Natur manifestieren. Die Ebenen und die Muster des Wandels, die auf jeder von ihnen zur Verfügung stehen, sind verschieden, aber sie sind miteinander verbundene Aspekte der zugrundeliegenden Einheitlichkeit.

Eine wirklich dialektische Sicht der Natur würde die Erforschung all dieser Themen verlangen, ein Studium der Prozesse des Wandels auf jeder Ebene der Natur, ihrer Ähnlichkeiten und ihrer Unterschiede. Solch ein Verständnis zu schaffen, das sich fest auf die realen Ergebnisse eines sich entwickelnden wissenschaftlichen Verständnisses von der Natur begründet, wäre der beste Tribut an die Pionierarbeit von Engels, die noch immer der beste Ausgangspunkt für die Philosophie der Wissenschaft ist. Engels Überlegungen zur Wissenschaft sind allzulange ignoriert, zurückgewiesen oder verfälscht worden - von Sozialisten manchmal ebenso wie von anderen. Einhundert Jahre nach seinem Tod ist es Zeit, daß sich das ändert. Wenn wir aber von Engels lernen und versuchen, auf seine Einsichten aufzubauen, dann sollten wir das in dem Geiste tun, in dem er selbst arbeitete. *»Wie jung aber noch die ganze Menschengeschichte und wie lächerlich es wäre, unseren jetzigen Anschauungen irgendwelche absolute Gültigkeit zuschreiben zu wollen«.*⁹²

⁹² Engels: "Anti-Dühring". S. 107