

Zur Dialektik der Natur von Friedrich Engels

PETER KARL FLEISSNER

In der von Marx und Engels inspirierten Weltansicht spielt die Denkweise der Dialektik (wörtlich aus dem Griechischen: „Kunst der Unterredung“) eine strukturierende Rolle. Sie ist aber kein vom Himmel gefallenes Geschenk an uns Menschen, sondern das Ergebnis zahlloser Erfahrungen in der Auseinandersetzung mit uns selbst, der Natur und der Gesellschaft. Dieses Ergebnis ist immer wieder zu überprüfen und wenn nötig zu modifizieren. Nach Engels ist die Dialektik die „Entwicklungsweise alles Seienden“. Sie bestimmt die Gesellschafts- und die Naturgeschichte und ist zugleich ein Art des Denkens. Marx und Engels waren nicht die Ersten, die sich fragten, welche Gesetze ihre Umwelt bestimmen. Schon in vorgeschichtlicher Zeit gab es dazu bemerkenswerte Antworten, wenn auch nicht im heutigen wissenschaftlichen Sinn.

Der Wettkampf als Ursprung der Dialektik

Es gibt Grund zur Annahme, dass die Identität einer Gruppe, eines Stammes oder einer Gemeinschaft durch Mythen aufrechterhalten wurde. Diese Mythen spiegelten die Kräfte der Vernichtung und die Kräfte für die Aufrechterhaltung von Ordnung und Tradition wider. Ihre Grundstruktur¹ ist ähnlich: Sie beschreiben symbolisch den Ursprung des Kosmos und der Menschen, die Raum-Zeit-Ordnung einer Lebensgemeinschaft, die Verwandtschaftsbeziehungen, die sozialen Gegebenheiten und die Art und Herkunft von Ökonomie und Technik. Sie waren aber keine bloß geistigen Konstruktionen oder Kindermärchen, sondern wurden rituell nachvollzogen und nachgespielt. Die Unterscheidung der Menschen zwischen Gut und Böse, den Kräften der Finsternis und des Lichts, hat dort ihre Wurzeln.

Die erste schriftliche Überlieferung eines umfangreichen Mythos findet sich bereits vor 4000 Jahren im Gilgamesch-Epos. Der Kampf zwischen Gut und Böse wird darin als Auseinandersetzung zweier besonderer Persönlichkeiten dargestellt. Die eine Seite vertritt der zum Machtmissbrauch neigende Gilgamesch, der zu zwei Dritteln göttliche und zu einem Drittel menschliche Herrscher von Uruk, der nach Unsterblichkeit strebt.

Der von den Göttern gesandte Enkidu, der den Herrscher wieder zur Vernunft und das Gemeinwesen ins Gleichgewicht bringen soll, spielt den anderen Part. Der Kampf zwischen Gilgamesch und Enkidu kann auf der Ebene des Denkens als *These* und *Antithese* gelesen werden. Der Kampf bleibt unentschieden, die beiden Antagonisten, Gilgamesch und Enkidu, versöhnen sich und bleiben bis zum Tod freundschaftlich verbunden.² Die Beschreibung dieser Auseinandersetzung ist ein Vorläufer dialektischen Denkens.³

Das Motiv des Kampfes durchzieht auch spätere Kulturen. In der griechischen Polis wurde der Wettkampf, der die jeweils Besten identifizierte und der Öffentlichkeit präsentierte, zum identitätsstiftenden Element. Es ist wahrscheinlich, dass die Denkformen der Logik, die sich im klassischen Griechenland entwickelten, den physischen Wettkampf zum Vorbild hatten. Aufgrund der alltäglichen Praxis von Wettkämpfen, nicht nur zu Zeiten der Olympiade, war eine Ausdehnung auf das Denken nur eine Frage der Zeit. Als erster Dialektiker gilt Heraklit, von dem Hegel stark beeinflusst war. Auch er geht vom Kampf aus. Der Logos, das Prinzip der Welt, besteht für ihn im Streit (*polemos*) als „Vater aller Dinge“. Die sich ständig wandelnde Welt ist geprägt vom ewigen Widerspruch der Polaritäten. Im Gegensatz zeigt sich eine tiefe, verborgene Einheit, ein Zusammengehören des Verschiedenen.

Der Kampf geht weiter: der Markt

Parallel zu den Wettkämpfen gab es eine Erscheinung, die zunächst nur lokale Gebiete betraf. Im klassischen Griechenland und in Rom wurde auf Märkten Gemüse und Obst, Getreide und Wein gehandelt. In der Renaissance dehnten sich diese Märkte weltweit aus. Aber erst der Kapitalismus machte es möglich, Märkte und Produktion zu verbinden und eine eigenständige Entwicklung loszutreten. Der griechische Wettkampf findet nun in neuer Form statt: Der Markt bestimmt, wer der/die Beste ist, indem er die Produkte der individuellen Arbeiten mit dem gesellschaftlich notwendigen Arbeitsaufwand vergleicht. Die teuren und schlechteren Anbieter müssen den Markt verlassen und gehen in den

Schuldturm, die siegreichen dehnen sich aus. Obwohl nun nicht mehr die Identitätssicherung der Gemeinschaft im Mittelpunkt steht, erfüllt der Markt auch hier eine gesellschaftliche Funktion: Effizienz und Qualität der Produktion wachsen, der Arbeitszeitaufwand fällt, die technische Entwicklung feiert fröhliche Urständ. Allerdings wissen wir, dass der Kapitalismus letztlich zu einer Zersetzung des Gemeinwesens führt, und „zugleich die Springquellen alles Reichtums untergräbt: die Erde und den Arbeiter.“⁴ Das Ergebnis ist eine Klassengesellschaft, mit der Garantie auf ein menschenverachtendes Leben vieler ohne Garantie auf ein menschenwürdiges Leben für alle.

Vom Mythos zur Wissenschaft

Besaßen wir in Europa bis zur Neuzeit vor allem ein mythisch-religiöses Verständnis der Welt, so sind es heute die Wissenschaften, die in den meisten Fällen auf den lieben Gott verzichtet haben. In der Umgestaltung der Natur sind wissenschaftliche Erkenntnisse vor allem durch ihre Anwendung in ständig neuen Technologien sehr erfolgreich in der Umgestaltung der Natur geworden und erscheinen als Königsweg zum Verständnis der Welt. Sie zeichnen sich durch ihre vielseitige, logisch-mathematische Methodik (Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie, Kategorisierung, mathematische Modelle) aus, und dadurch, dass sie mittels Abstraktionen Gesetzmäßigkeiten entdecken.

Aber immer stoßen sie in eigentlich normative Gebiete vor, wo ihr Erklärungspotenzial fragwürdiger wird. Engels hat schon früh den Januskopf der Technik bemerkt, von dem wir täglich in der Zeitung lesen können: Umweltverschmutzung, Ausrottung von Tier- und Pflanzenarten, Verseuchung durch Radioaktivität, Klimawandel usw. In seinem Werk „Der Anteil der Arbeit an der Menschwerdung des Affen“ sagte er dazu ganz prophetisch: „Schmeicheln wir uns indes nicht zu sehr mit unseren menschlichen Siegen über die Natur. Für jeden solcher Siege rächt sie sich an uns.“⁵

Mit der Vertreibung Gottes wurde das Kind mit dem Bade ausgeschüttet: Menschliche Kriterien, wie z.B. Mitgefühl auf individueller und Solidarität

auf gesellschaftlicher Ebene, spielen in den Naturwissenschaften keine Rolle. Jede geschichtsmächtige Ideologie konnte somit die Natur vereinnahmen. Im Nationalsozialismus z.B. wurde auf Effizienz in allen Bereichen gesetzt, im Flugzeugbau wie bei der Ermordung von Menschen in den Gaskammern. Im Kapitalismus dienen die Wissenschaften der maximalen Ausbeutung von Mensch und Natur.

Dennoch sind die Einsichten der modernen Naturwissenschaften von großem Wert. Sie erlauben die Beschreibungen von Welten im Großen wie im Kleinen, die einer unmittelbaren Beobachtung unzugänglich sind. Wir werden sie in einer nicht-kapitalistischen Gesellschaft benötigen, um die Welt wieder menschenfreundlicher zu gestalten.

Ihre Methodik hat jedoch Grenzen. Der aus Brunn stammende Logiker Kurt Gödel (1906–1978), einer der Freunde Albert Einsteins, konnte für komplexere mathematische Systeme nachweisen, dass dort Aussagen entweder nicht mehr als wahr oder falsch qualifiziert werden können oder dass die Aussagen selbst nicht widerspruchsfrei sind. Die Unfehlbarkeit der Mathematik war plötzlich eingeschränkt, der bis dahin ungebrochene Glaube an ihre Vollkommenheit, Widerspruchs- und Fehlerfreiheit nicht mehr gerechtfertigt. Es zeigt sich auch an diesem Beispiel, dass eine Grenzüberschreitung zu einem umfassenderen Denken nötig ist.

Gesetze der Dialektik

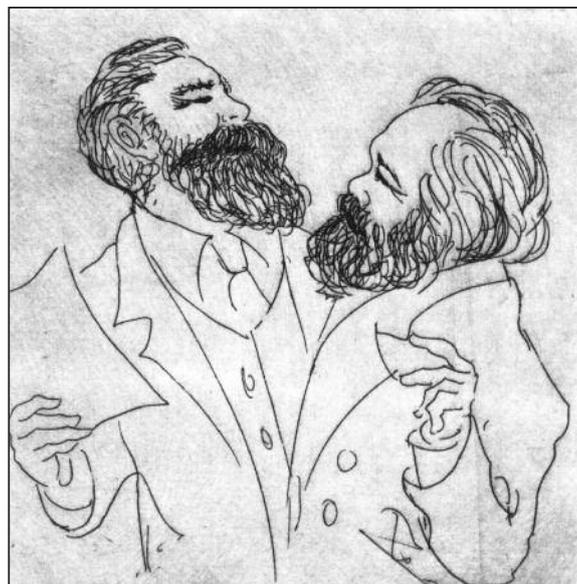
„Wenn wir die Natur oder die Menschengeschichte oder unsre eigne geistige Tätigkeit der denkenden Bewegung unterwerfen, so bietet sich uns zunächst dar das Bild einer unendlichen Verschlingung von Zusammenhängen und Wechselwirkungen, in der nichts bleibt, was, wo und wie es war, sondern alles sich bewegt, sich verändert, wird und vergeht.“⁶ So hat Friedrich Engels die erste Stufe seiner Einsicht in das Weltganze zusammengefasst. Wie lässt sich ein vertieftes Verständnis über uns selbst, über die natürliche und gesellschaftliche Umwelt gewinnen?

Engels hat sich an diesen nicht gerade leichten Fragen abgearbeitet. Er wollte das gesamte Gebiet der Wissenschaften, die Natur-, die Gesellschaftswissenschaften und die Philosophie auf ihre darin verborgenen Gesetzmäßigkeiten durchforsten. Das Schlüsselwort dabei ist die Dialektik, die er als Wissenschaft von den Zusammenhängen im Gegensatz zur Metaphysik entwickeln wollte. „Es

ist also die Geschichte der Natur wie der menschlichen Gesellschaft, aus der die Gesetze der Dialektik abstrahiert werden. Sie sind eben nichts anderes als die allgemeinsten Gesetze dieser beiden Phasen der geschichtlichen Entwicklung sowie des Denkens selbst. Und zwar reduzieren sie sich der Hauptsache nach auf drei: das Gesetz des Umschlagens von Quantität in Qualität und umgekehrt; das Gesetz von der Durchdringung der Gegensätze; das Gesetz von der Negation der Negation. Alle drei sind von Hegel in seiner idealistischen Weise als bloße Denkgesetze entwickelt: das erste im ersten Teil der ‚Logik‘, in der Lehre vom Sein; das zweite füllt den ganzen zweiten und weitaus bedeutendsten Teil seiner ‚Logik‘ aus, die Lehre vom Wesen; das dritte endlich figuriert als Grundgesetz für den Aufbau des ganzen Systems.“⁷

Naturdialektik

Diese Gesetze versuchte Engels in seinem Werk „Dialektik der Natur“ speziell in der Mathematik und den Naturwissenschaften nachzuweisen. Der Text wurde ab 1873 konzipiert und in Teilen niedergeschrieben, aber erst 1925 in der Sowjetunion in deutscher Sprache veröffentlicht. Das Werk findet sich in Band 20 der Marx-Engels-Werke, der blauen in der DDR herausgegebenen Reihe. Engels konnte sich dabei auf die Ausführungen Hegels in dessen „Wissenschaft der Logik“ stützen. Die „Dialektik der Natur“ ist eines der umstrittensten Werke des marxistischen Klassikers, sogar manche linke Intellektuelle sprechen ziemlich abschätzig über dieses Werk, vor allem, wenn es um die Dialektik in der Mathematik und den Naturwissenschaften geht.⁸ Dennoch meine ich, dass viele von Engels angesprochene Themen in den modernen Einzelwissenschaften vorkommen. Besonders der Entwicklungsgedanke zieht sich wie ein roter Faden durch die Natur- und Systemwissenschaften. Er zeigt sich in der Physik (Relativitätstheorie, Quantentheorie, Theorie der Elementarteilchen) und in der Molekularbiologie, aber auch in Disziplinen wie der Evolutionären Ökonomie, der Evolutionären Erkenntnistheorie, in der Theorie komplexer Systeme, in der Synergetik, der Autopoiesis (Selbstzeugung), in der Kybernetik, die

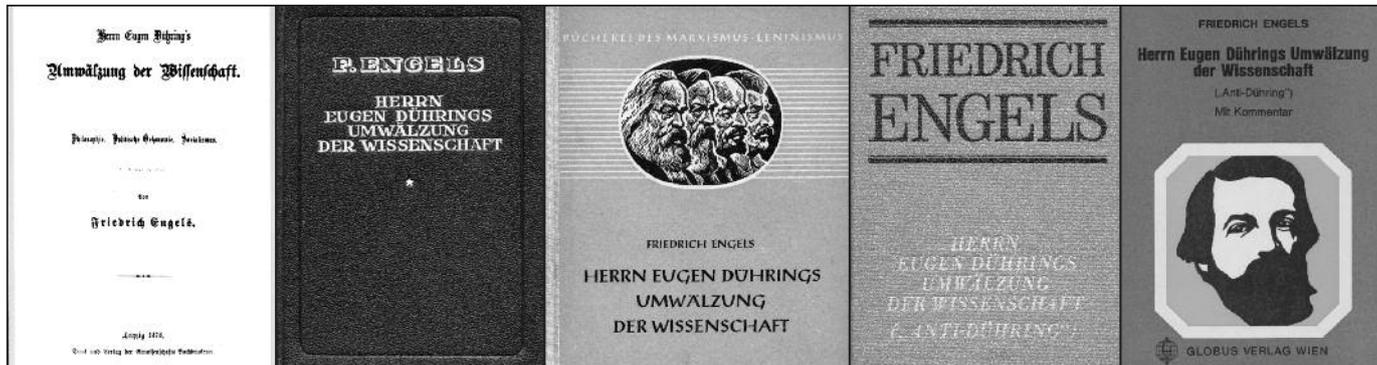


von Norbert Wiener begründet wurde und in ihrer Weiterführung als Kybernetik 2.0 von Heinz von Förster, um nur einige zu nennen. In der Kybernetik sind es nichtlineare Funktionen und die Rückkopplung, die zu Selbstorganisationsprozessen führen, in ihrer erweiterten Variante 2.0 spielt zusätzlich der Zufall eine Rolle, der deterministische Prozessen überlagert.

Herbert Hörz,⁹ der ehemalige Leiter des Zentralinstituts für Philosophie der DDR, Gründer der Leibniz-Sozietät und jetzt deren Ehrenpräsident, ist einer der Wenigen, die sich bis heute ausführlich mit der Engels'schen Dialektik der Natur beschäftigen. Er erläutert die drei Gesetze: „Das Gesetz von der Einheit und dem ‚Kampf‘ der Gegensätze beantwortet die Frage nach der Quelle der Entwicklung, des ‚Warum‘, die in den inneren und äußeren dialektischen Widersprüchen des Systems besteht. Das Gesetz vom Qualitätsumschlag im Rahmen einer Grundqualität bezieht sich auf das ‚Wie‘, das zu neuen Qualitäten (und Quantitäten) in einem Entwicklungsprozess führen kann. Das dritte Gesetz erfasst die Entwicklungsrichtung in ihrer Zyklizität als scheinbare Rückkehr zum Alten, wo Höherentwicklung, aber auch Stagnation und Regression auftreten können.“¹⁰ Hörz warnt vor einer schematischen Anwendung der Gesetze, wie sie zeitweise im Marxismus-Leninismus des Realsozialismus vertreten wurde.

Dialektik als Heuristik

Hörz ist m.E. einen wichtigen Schritt in der Interpretation der Dialektik gegangen, indem er den Stellenwert des dialektischen Denkens nicht als zwingendes Naturgesetz gefasst hat, sondern als Heuristik. Heuristik ist nach Hörz die



Ausgaben von Engels' „Anti-Dühring“: Leipzig 1878, Moskau 1946, Berlin 1948, Berlin 1970, Wien 1971

„schöpferische Suche nach Problemlösungen ohne vorgegebenes, einfach abzuarbeitendes Lösungsschema.“¹¹ Verwendet man Dialektik als Heuristik, wird die Erkenntnissuche gefördert, indem die bestehenden Auffassungen mit dem Hinweis auf entgegengesetzte Positionen im Sinn dialektischer Widersprüche einer Kritik unterzogen werden können. So kann sich etwa die hypothetische Übertragung erfolgreicher Denkweisen auf bisher unerforschte Gebiete als brauchbar erweisen. Engels selbst gab einen Hinweis, der in Richtung der Interpretation von Hörz weist: „Selbst die formelle Logik ist vor allem Methode zur Auffindung neuer Resultate, zum Fortschreiten vom Bekannten zum Unbekannten, und dasselbe, nur in weit eminentem Sinne, ist die Dialektik, die zudem, weil sie den engen Horizont der formellen Logik durchbricht, den Keim einer umfassenderen Weltanschauung enthält.“¹²

Hörz fügt den dialektischen Grundgesetzen weitere Prinzipien hinzu, die Unerschöpflichkeit des materiellen Geschehens, die Strukturiertheit der Materie, den dialektischen Determinismus und das Prinzip der Entwicklung. Damit bieten sich Anschlussmöglichkeiten zu einer entwicklungsorientierten Philosophie, wie sie etwa von Edgar Morin unter dem Titel „La Methode“ zwischen 1977 und 2004 in sechs umfangreichen Bänden ausgearbeitet wurde, die auf die modernen Naturwissenschaften angewendet werden sollte. Robert Steigerwald hat sich 1994 zur modernen Wissenschaft und ihrer materialistisch-dialektischen Interpretation geäußert.¹³

Für eine materialistische Grundlage

Engels und Marx wenden sich gegen den Hegel'schen Ausgangspunkt, „dass der Geist, der Gedanke, die Idee das Ursprüngliche, und die wirkliche Welt nur der Abklatsch der Idee sei.“¹⁴ Dies war schon von Feuerbach aufgegeben. [...]

Mit dem idealistischen Ausgangspunkt fällt auch das darauf konstruierte System. [...] Es ist aber daran zu erinnern, dass [sich] die naturwissenschaftliche Polemik gegen Hegel [...] nur gegen diese beiden Punkte gerichtet hat: den idealistischen Ausgangspunkt und die den Tatsachen gegenüber willkürliche Konstruktion des Systems. Nach Abzug von allem diesem bleibt noch die Hegelsche Dialektik. [...] Bei Hegel herrscht in der Dialektik dieselbe Umkehrung alles wirklichen Zusammenhangs wie in allen andern Verzweigungen seines Systems. Aber, wie Marx sagt: „Die Mystifikation, welche die Dialektik in Hegels Händen untergeht, verhindert in keiner Weise, dass er ihre allgemeinen Bewegungsformen zuerst in umfassender und bewusster Weise dargestellt hat. Sie steht bei ihm auf dem Kopf. Man muss sie umstülpen, um den rationalen Kern in der mystischen Hülle zu entdecken.“¹⁵

Engels wendet sich gegen das metaphysische Denken, das seine Zeit weitgehend bestimmte. Die Dinge und Gedankenabbilder werden dabei vereinzelt, starr, unbeweglich und als ein für allemal fix vorgegebene Objekte betrachtet. Gegensätze, die auftreten, werden einfach nebeneinander gestellt. „Ein Ding existiert entweder oder es existiert nicht, positiv und negativ, Ursache und Wirkung schließen einander aus. Dieses Denken ist oft mit dem so genannten gesunden Menschenverstand identisch, der aber in der Wissenschaft Schiffbruch erleidet.“ Der Geist „erlebt ganz wunderbare Abenteuer, sobald er sich in die weite Welt der Forschung wagt; und die metaphysische Anschauungsweise, auf so weiten, je nach der Natur des Gegenstands ausgedehnten Gebieten sie auch berechtigt und sogar notwendig ist, stößt doch jedes Mal früher oder später auf eine Schranke, jenseits welcher sie einseitig, borniert, abstrakt wird und sich in unlösliche Widersprüche verirrt, weil sie

über den einzelnen Dingen deren Zusammenhang, über ihrem Sein ihr Werden und Vergehen, über ihrer Ruhe ihre Bewegung vergisst, weil sie vor lauter Bäumen den Wald nicht sieht.“¹⁶ An anderer Stelle schreibt Engels: „Der Fehler liegt darin, dass diese Gesetze als Denkgesetze der Natur und Geschichte aufoktroiert, nicht aus ihnen abgeleitet werden. Daraus entsteht dann die ganze gezwungene und oft haarsträubende Konstruktion: Die Welt, sie mag wollen oder nicht, soll sich nach einem Gedankensystem einrichten, das selbst wieder nur das Produkt einer bestimmten Entwicklungsstufe des menschlichen Denkens ist. Kehren wir die Sache um, so wird alles einfach und die in der idealistischen Philosophie äußerst geheimnisvoll aussehenden dialektischen Gesetze werden sofort einfach und sonnenklar.“¹⁷

Dialektik in den Naturwissenschaften

Engels zieht die Naturwissenschaften seiner Zeit als Testfeld heran. Dort sucht er nach Antworten, um eine Orientierungshilfe für das Denken zu gewinnen und meint: „Die Natur ist die Probe auf die Dialektik“. Allerdings gäbe es nur Wenige, die dialektisch zu denken gelernt haben. Daher komme „die grenzenlose Verwirrung, die jetzt in der theoretischen Naturwissenschaft herrscht und die Lehrer wie Schüler, Schriftsteller wie Leser zur Verzweigung bringt.“¹⁸

Im Vorwort zur Neuauflage von „Herrn Eugen Dühring's Umwälzung der Wissenschaft“ schreibt Engels 1885, dass er sich über seine Außenseiterposition durchaus im Klaren war: „Marx und ich waren wohl ziemlich die einzigen, die aus der deutschen idealistischen Philosophie die bewusste Dialektik in die materialistische Auffassung der Natur und Geschichte hinübergerettet hatten. Aber zu einer dialektischen und zugleich materialistischen Auffassung der Natur gehört Bekanntschaft mit der Mathema-

tik und der Naturwissenschaft.“¹⁹ Sehr verständlich begründete Engels, warum gerade in den Naturwissenschaften dialektisches Denken nötig ist. „Das theoretische Denken einer jeden Epoche, also auch das der unsrigen, ist ein historisches Produkt, das zu verschiedenen Zeiten sehr verschiedene Form und damit sehr verschiedenen Inhalt annimmt. Die Wissenschaft vom Denken ist also, wie jede andere, eine historische Wissenschaft, die Wissenschaft von der geschichtlichen Entwicklung des menschlichen Denkens. Und dies ist auch für die praktische Anwendung des Denkens auf empirische Gebiete von Wichtigkeit. Denn erstens ist die Theorie der Denkgesetze keineswegs eine ein für allemal ausgemachte ‚ewige Wahrheit‘ [...]. Die formelle Logik selbst ist seit Aristoteles bis heute das Gebiet heftiger Debatte geblieben. Und die Dialektik gar ist bis jetzt erst von zwei Denkern genauer untersucht worden, von Aristoteles und Hegel. Gerade die Dialektik ist aber für die heutige Naturwissenschaft die wichtigste Denkform, weil sie allein das Analogon und damit die Erklärungsmethode bietet für die in der Natur vorkommenden Entwicklungsprozesse, für die Zusammenhänge im ganzen und großen, für die Übergänge von einem Untersuchungsgebiet zum andern.“²⁰

Sich auf diese Grundidee stützend, untersuchte Engels folgerichtig den dialektischen Inhalt der Mathematik, der Mechanik, der Physik, der Chemie und der Biologie seiner Zeit. Er reicherte seine theoretischen Überlegungen immer mit anschaulichen Beispielen an. Dazu wählte er in der Mathematik das Problem der scheinbaren Apriorität der mathematischen Abstraktionen, in der Astronomie das Problem der Entstehung und Entwicklung des Sonnensystems, in der Physik die Lehre von der Umwandlung der Energie, in der Chemie das Problem der Atomistik, in der Biologie das Problem der Entstehung und des Wesens des Lebens, die Theorie der biologischen Zelle und den Darwinismus. Den Übergang von der Naturwissenschaft zur Geschichte der Gesellschaft bildet die von Engels ausgearbeitete Theorie von der Arbeit als die Grundbedingung für die Entwicklung des Menschen.²¹

Dialektik in der Mathematik

„In der Naturwissenschaft selbst aber begegnen uns oft genug Theorien, in denen das wirkliche Verhältnis auf den Kopf gestellt ist. [...] Wenn die Wärme während fast zwei Jahrhunderten als eine

besondere geheimnisvolle Materie galt, statt als eine Bewegungsform der gewöhnlichen Materie, so war das ganz derselbe Fall, und die mechanische Wärmetheorie vollzog die Umstülpung.“²² Diese Aussage zur Umstülpung ist immer noch aktuell. Sie gilt für die heute von manchen vertretene Ansicht, dass die Mathematik der Konstrukteur der Wirklichkeit wäre. So schrieb z.B. die deutsche Zeitung Die Welt: „Manche, wie der Physiker und Wissenschaftsphilosoph Max Tegmark vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston gehen sogar so weit zu sagen, dass die Mathematik – ähnlich wie in einem Computerspiel – die gesamte Realität steuert. Für Tegmark besteht die physische Welt ausschließlich aus Mathematik. Andere Wissenschaftler wie der britische Physiker und Mathematiker Stephen Wolfram, der die berühmte Software „Mathematica“ konzipierte, halten das hingegen für eine Illusion. Die Mathematik könne nur deshalb vieles gut beschreiben, weil die entsprechenden Formeln und Modelle für genau diese Fragestellungen entwickelt und optimiert worden seien.“²³

Die Dialektik der Null und ihre Konsequenzen

„Die Mathematik selbst betritt mit der Behandlung der veränderlichen Größen das dialektische Gebiet, und bezeichnenderweise ist es ein dialektischer Philosoph, Descartes, der diesen Fortschritt in sie eingeführt hat. Wie die Mathematik der veränderlichen sich zu der [Mathematik] der unveränderlichen Größen verhält, so verhält sich überhaupt dialektisches Denken zu metaphysischem.“²⁴

Wir Heutige nennen eine veränderliche Größe „Variable“. Sie ist ein Grundbaustein der Algebra (z.B. die Gleichung $y = 3x + 4z$ mit den Variablen x , y und z). Eine Variable vereint in sich alle Möglichkeiten des Quantitativen, das innerhalb eines bestimmten Zahlensystems ausgedrückt wird. Ist das Zahlensystem z.B. das der positiven ganzen Zahlen, reichen die Möglichkeiten von 1, 2, 3, 4... usw. Die reellen Zahlen durchlaufen alle rationalen und irrationalen Zahlen. Rationale Zahlen ergeben sich aus Dezimalbrüchen, irrationale Zahlen sind entweder Lösungen von Polynomgleichungen (Beispiel: Wurzel aus zwei) oder transzendente Zahlen (Beispiel $\pi = 3,14159\dots$). Die Null selbst ist, wie Hegel schon scharfsinnig feststellte, nicht Nichts, sondern, wie Engels ausführt: „Das Nichts eines jeden Quantums ist

aber selbst noch quantitativ bestimmt, und nur deshalb ist es möglich, mit Null zu rechnen. Dieselben Mathematiker, die in obiger Weise ganz ungeniert mit Null rechnen, d. h. mit ihr als einer bestimmten quantitativen Vorstellung operieren, sie in quantitative Verhältnisse zu anderen quantitativen Vorstellungen bringen, schlagen die Hände über dem Kopf zusammen, wenn sie bei Hegel dies verallgemeinert so lesen: ‚Das Nichts eines Etwas ist ein bestimmtes Nichts.‘“²⁵

Exkurs zur Vollautomatisierung

Der obige Hinweis ist für Menschen, die mit der Theorie von Marx über den tendenziellen Fall der Profitrate vertraut sind, wichtig. Die Profitrate r stellt eine Näherung für die Ertragslage eines Betriebes, eines Wirtschaftszweiges oder einer Volkswirtschaft dar. In ihrer einfachsten Form wurde sie von Marx als Quotient von Mehrwert m und der Summe aus konstantem Kapital c und variablen Kapital v definiert, in Symbolen ausgedrückt als $r = m / (c + v)$.

Alle Größen, die in der Definition der Profitrate vorkommen, hängen von der gesellschaftlich durchschnittlichen Arbeitszeit n ab, also $m = f(n)$, $c = g(n)$ und $v = h(n)$. f , g und h seien einfache Funktionen von n , z.B. $m = f(n) = a \cdot n$, $c = g(n) = b \cdot n$ und $v = h(n) = d \cdot n$. Üblicherweise wird die Konsequenz einer verstärkten Automatisierung in einer Verringerung der notwendigen Arbeitsstunden gesehen, die zu Arbeitslosigkeit führen kann, wenn die Arbeitskräfte nicht in anderen Sektoren aufgefangen werden. Der mögliche Mehrwert wird dann immer kleiner und das vorgeschossene Kapital wird immer mehr zu konstantem Kapital c , während das variable Kapital v verschwindet. So wird begründet, dass die Profitrate bei technischen Veränderungen und verstärkter Automatisierung kleiner wird und damit der Kapitalismus an eine Grenze stößt, die – bei geeigneten politischen Rahmenbedingungen – letztlich sein Ende bewirken würde. In der Sozialdemokratie wurden gerne solche Zusammenbruchstheorien vertreten, die keine aktive Herbeiführung seines Endes erfordern.

Nun entspricht dies nicht unbedingt dem mathematischen Ergebnis. Wie die Formel der Profitrate zeigt, sind alle Ausdrücke in ihrem Zähler und in ihrem Nenner Funktionen der Arbeitszeit. Geht die Arbeitszeit n gegen Null, wird die Profitrate $r = m / (c + v) = (a \cdot n) / (b \cdot n + d \cdot n) = 0 / 0$. Aber, wie man leicht durch Kürzen von n aus Zähler und Nenner zei-

gen kann, muss die Profitrate (wenn a größer als Null ist) auch bei Vollautomatisierung (also $n = 0$) nicht unbedingt Null werden, denn – wie man leicht berechnen kann, nimmt sie einen Wert an, der von Null verschieden ist, nämlich $r = a / (b + d)$, eine „in jedem Fall wirkliche Größe“.

Quantität und Qualität

Während der Begriff der Variablen erweiterte Freiheiten für *quantitative* Möglichkeiten bietet, ist andererseits genau dadurch eine Beschränkung der *qualitativen* Möglichkeiten festgelegt. Eine Variable in einem mathematischen Gleichungssystem, etwa in einem mathematischen Modell der österreichischen Wirtschaft, hat in der ganzen Zeit seiner Gültigkeit eine fixe Qualität, z.B. das Brutto-Inlandsprodukt (BIP) oder die Arbeitslosenquote. Durch diese Festlegung ist eine dynamische Entwicklung im Sinne einer dialektischen Betrachtung (z.B. qualitativer Wandel, Entstehung von Neuem) ausgeschlossen. BIP bleibt immer BIP. Diese Beschränkung widerspricht unserer Alltagserfahrung, die durchaus den qualitativen Wandel (Beispiel: Wasser, das sich in Eis oder in Wasserdampf verwandelt) und Entwicklungsprozesse (Mensch, der geboren wird, altert und stirbt) kennt.

Differenzialquotient

Im Rahmen meines Studiums ist mir aufgefallen, dass im Mathematikunterricht die Begriffe, die gelehrt werden, so gelehrt werden, als ob sie vom Himmel gefallen wären. Insbesondere gilt das für den Differenzialquotienten, der den Anstieg einer Kurve in einem speziellen Punkt angibt. Im Alltag kennen wir den Begriff z.B. als „Geschwindigkeit“. Dabei ist dieser Begriff mehrfach erfunden und in verschiedener Schreibweise dargestellt verwendet worden. Newton entwickelte ihn ab 1666, aber er ist erst 1704 veröffentlicht worden, während Leibniz seine Überlegungen schon 1684 publizierte. Dies führte ab 1710 zu einem Streit zwischen Leibniz und Newton. Heute geht man davon aus, dass die beiden Wissenschaftler ihre Ergebnisse unabhängig voneinander entwickelt haben. Was hat dieser Begriff mit Dialektik zu tun? Er stellt den erfolgreichen Versuch dar, zwei in einer Ebene liegende voneinander getrennte Punkte so in einen einzigen Punkt zusammenzuführen, dass im Differenzialquotienten der Weg, auf dem dies geschehen ist, als Quantität erhalten bleibt. Wie oben handelt es sich dabei um den Quotienten $0/0$. Man könnte in die-

sem Sinne sagen, dass der Differentialquotient die dialektische Einheit von Bewegung und Ruhe ausdrückt und dabei selbst eine neue Qualität in der Begrifflichkeit der Mathematik darstellt, deren Quantität präzise angebar ist. Ohne diesen Begriff wäre die moderne Physik undenkbar. Erst der qualitativ neue Begriff des Differenzialquotienten hat ihre Entwicklung ermöglicht.

Wie entsteht Neues?

Es bleibt für dialektisch denkende Menschen die Aufgabe, die neuen Erkenntnisse in den Wissenschaften im Sinne der Dialektik zu hinterfragen und auf diese Weise spezifische Formen der Dialektik aufzufinden, die in den drei Grundgesetzen von Hegel/Engels nicht vorkommen und tiefere Einsichten in die Gesetzmäßigkeiten der Natur bieten. Dabei sollte man an dem Nobelpreisträger Ilya Prigogine nicht vorbeigehen, der sich in seinem Buch, das er gemeinsam mit Isabelle Stengers verfasst hat, durchaus lobend auf Engels bezieht: „Engels führt drei fundamentale Entdeckungen an: die Energie und die Gesetze ihrer qualitativen Umwandlungen, die Zelle als Grundbaustein des Lebendigen und Darwins Entdeckung der Evolution der Arten. Angesichts dieser großartigen Entdeckungen kam Engels zum Schluss, dass der Mechanizismus tot sei.“²⁶

Prigogine und Stengers haben sich mit dem Auftreten von neuen Qualitäten in der Welt im Rahmen der Physik und Molekularbiologie beschäftigt und gezeigt, dass bisher der zweite Hauptsatz der Wärmelehre einseitig interpretiert worden ist. Auf der Basis des zweiten Hauptsatzes entwickelt sich ein abgeschlossenes System stets in Richtung zunehmender Entropie, das heißt, dass nur noch Unordnung und Chaos herrschen und die Welt im so genannten Wärmetod versinken würde. Der Wärmetod ist ein von Rudolf Clausius 1867 eingeführtes Bild für den Zustand des finalen thermischen Gleichgewichts des Universums, aufgefasst als abgeschlossenes System.

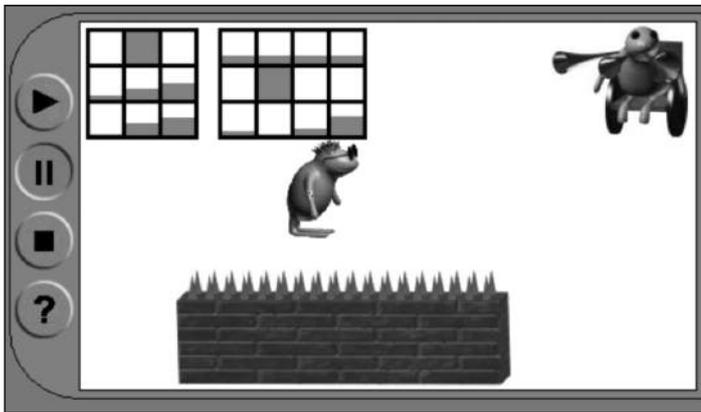
Dies war die bis in die 1960er Jahre weit verbreitete Auffassung der physikalischen und chemischen Evolution. Prigogine und Stengers haben jedoch gezeigt, dass trotz Geltung des zweiten Hauptsatzes fern vom thermodynamischen Gleichgewicht spontan neue materielle Strukturen entstehen können. Unordnung und Chaos können sich unter diesen Bedingungen in Ordnung verwandeln und so genannte dissipative Strukturen hervorbringen. Sie verringern lokal

die Entropie, indem sie Materie, Energie oder beides mit ihrer Umgebung austauschen und dadurch den Entropiezuwachs anderswohin verschieben. Lokal bilden sich durch Selbstorganisation Strukturen, die in der Nähe des thermodynamischen Gleichgewichts nicht auftreten könnten. Es gibt zahlreiche Beispiele dafür: Die Bénardzellen, die beim Kochen von Wasser auftreten, aber auch Hurrikans, Kerzenflammen oder chemische Uhren, die in bestimmten Zeiten ihre Farbe selbsttätig ändern. Ebenso kann aus einer Kette von Kohlewasserstoffen spontan ein Benzolring, also eine neue Struktur entstehen. In gewisser Weise beginnt so die Materie unter bestimmten Umständen ihre Umgebung widerzuspiegeln. Erst bei einer bestimmten Umgebungstemperatur beginnt der Bénardeffekt oder das Blinken der chemischen Uhren.

In Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen scheint es interessant, dass Lenin bereits in seinem 1908 verfassten erkenntnistheoretischen Werk „Materialismus und Empirio-kritizismus“ darauf hinwies, dass es logisch sei, „anzunehmen, daß die ganze Materie eine Eigenschaft besitzt, die dem Wesen nach der Empfindung verwandt ist, die Eigenschaft der Widerspiegelung“. Bis heute ist diese Aussage umstritten, denn was ist das „Wesen der Empfindung“? Bezieht sie sich auf ein Phänomen, das von außen oder nur von innen wahrgenommen werden kann? Hier ist weitere Forschungsarbeit nötig.

Computerdialektik

Am Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung an der TU Wien haben KollegInnen und ich versucht, einen evolutionären Informationsbegriff zu formulieren, der sich mit der Entwicklung der Welt ebenfalls entwickelt und mit der Widerspiegelung zusammenhängt. „Information ist der Inhalt der Widerspiegelung“, formulierte der Berliner Biologe und Informatiker Klaus Fuchs-Kittowski den Zusammenhang. Formen der Widerspiegelung reichen von der einfachen Wechselwirkung der vier grundlegenden physikalischen Gesetze des Zusammenhangs der Materie über einfache physikalische und chemische Widerspiegelungsvorgänge (Beispiele: ein Stein wird von der Sonne erwärmt, Zufrieren eines Sees, Bénardzellen, chemischer Blinker), über Widerspiegelung der Umwelt bei Pflanzen und Tieren (Beispiel: Kirschblüte im Frühling), beim Einzelmenschen (wo die Lüge auftreten kann, als Verkehrung der Wahrheit) bis zu komplexen Kommuni-



Der blinde Springer: Sprachentstehung auf dem Computer

kationsvorgängen in der menschlichen Gesellschaft („fake news“).

In den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts gab es Diskussionen, ob der Computer in der Lage ist, Neues hervorzubringen, oder ob er nur dem simplen Schema von *garbage in, garbage out* (Müll hinein, Müll heraus) folgt, ohne einen qualitativen Wandel hervorzubringen wie der US-Philosoph John Searle behauptet hat.

Der blinde Springer

Gemeinsam mit meinen Söhnen hat mich diese Fragestellung gereizt. Sie hat zu einem einfachen Computerprogramm mit dem Namen „Der blinde Springer geführt“, das online angesehen werden kann.²⁸ Es demonstriert, wie aus der Dialektik von Zufall und Notwendigkeit eine simple Sprache entsteht, die nicht nur die beiden Subjekte am Computerbildschirm verstehen lernen, sondern die auch Sie als Beobachter/in nachvollziehen können. Die Situation ist leicht zu beschreiben. Zwei computergenerierte Wesen interagieren miteinander, ein Blinder, der über ein Hindernis springen soll, und ein Lahmer, der das, was er sieht, dem Blinden durch einen bestimmten Ton aus einer Trompete signalisiert. Aber die Lage der beiden ist anfangs völlig zufällig bestimmt. Der Blinde hört auf das Trompetensignal und versucht durch einen Sprung zunächst zufälliger Länge, das Hindernis zu überwinden, das seine Länge ebenfalls zufällig ändert. Durch Versuch und Irrtum werden die Wahrscheinlichkeiten so modifiziert, dass die anfänglich gleiche Wahrscheinlichkeit für den Sprung und das Trompetensignal bei gutem Ergebnis verstärkt, bei negativem aber geschwächt wird (ein negatives Ergebnis tritt dann ein, wenn der Blinde zu weit oder zu kurz springt. Der Computer gibt dann ein Zischen von sich). Nach einigen Wiederholungen stellt sich eine feste Zuordnung von Ton-

höhe und Sprungweite ein, d.h. eine Sprache zwischen den beiden Subjekten hat sich herausgebildet, die Sie als BeobachterIn verstehen können. Interessant ist, dass die Sprache, die entsteht, nicht vorhergesagt werden kann. Bei Wiederholung des Experiments kann eine andere Sprache entstehen.

Um zu zeigen, dass diese Methode zur Erzeugung von Neuem nicht nur Fantasie ist, sondern auch in der Natur vorkommt, darf ich auf die Dissertation von Robert Jahn verweisen, der in seiner Arbeit „Aspekte des Informationsbegriffs in der Ethologie“ genau diese Methode zur Erklärung der Entstehung einer Vogelsprache („individuenspezifische Duett-Typen“) der Vogelart *Laniarius funebris* (Trauerwürger) aus der Gattung der Sperlingsvögel verwendet hat.²⁹ Aus einem Reisebericht über eine Sichtung dieses Vogels: „Wir fanden prächtig gefärbte Würger, unter denen der fast ganz schwarze Trauerwürger (*Dryoscopus funebris* Hartl.) besonders auffiel. Sein sonorer melodischer Pfiff wird von dem Gatten eines Paares begonnen, um vom Weibchen so schnell und exakt beantwortet zu werden, dass man stets den Eindruck hat, nur einen Vogel zu hören. Glasglockenartig tönt uns diese Unterhaltung der schönen Vögel vom dichten Ufergebüsch des Baches entgegen.“³⁰

„Der blinde Springer“ zeigt, dass auch am Computer Neues geschaffen werden kann, indem zufällige Vorgänge immer stärker deterministisch bestimmt werden. Dialektisch gesprochen hat sich aus Zufall eine Notwendigkeit für qualitativ Neues herausgebildet.

Heute wäre es eine interessante Aufgabe, die Entwicklung der Naturwissenschaften nach dialektischen Prozessen und ihrer Spezifik zu untersuchen, wie es Engels getan hat. Es ist meiner Meinung nach eine berechtigte Hoffnung, dass dadurch die Einsicht in spezielle Formen dialektischer Zusammenhänge, die in der Natur auftreten, vertieft werden kann.

Anmerkungen:

- 1/ Heinz Reinwald: *Mythos und Methode*. München 1991, S. 159f.
- 2/ Ebd., S. 211.

3/ In ähnlicher Weise beschreibt Homer einen dreistufigen Kampf zwischen Odysseus und Ajas (oder Ajax), der unentschieden endet. „Beiden gebührt der Sieg; mit gleichem Preis denn belohnt.“ *Ilias* XXIII, Vers 735. <https://www.gottwein.de/Grie/hom/il23de.php> [1.11.2020].

4/ MEW, Bd. 23, S. 529f.

5/ MEW, Bd. 20, S. 452.

6/ Ebd., S. 20.

7/ Ebd., S. 125.

8/ Vgl. http://www.max-stirner-archiv-leipzig.de/dokumente/Fuelberth_vs_Hoerz.pdf [1.11.2020].

9/ Er hat seinen Standpunkt in dem Buch „Materialistische Dialektik. Aktuelles Denkinstrument zur Zukunftsgestaltung“ (Berlin: trafo-Verlag 2009) erläutert und neuerdings in einem Manuskript (im Druck) mit dem Titel „Naturdialektik als Heuristik“ für die Tagung „Naturdialektik“, die 2020 in Wittenberg stattfand, ausgeführt.

10/ Herbert Hörz: *Dialektik als Heuristik*, in: *Erwägen Wissen Ethik*, Nr. 17/2006, S. 169f.

11/ Ebd., S. 169.

12/ MEW, Bd. 20, S. 125f.

13/ Robert Steigerwald: *Abschied vom Materialismus? Materialismus und moderne Wissenschaft*. Bonn: Pahl-Rugenstein 1994.

14/ Die Philosophin Linda Obermayr meint, dass Engels Hegel hier falsch verstanden hat. Die starre Unterscheidung zwischen Idealismus und Materialismus bringe „selbst nichts zur Charakterisierung des Hegelschen Denkens. [...] Zu sagen, dass die ‚wirkliche Welt‘ nur ein Abklatsch des Geistes ist, ist völlig missverständlich, wenn man nicht bedenkt, dass der Geist sich ohnehin nur mehr auf sich bezieht. Da gibt es keine andere ‚wirkliche Welt‘ mehr außerhalb.“ (Mail vom 15.11.2020) Ich danke Linda Obermayr für diesen Hinweis.

15/ MEW, Bd. 20, S. 334f.

16/ MEW, Bd. 19, S. 203f.

17/ MEW, Bd. 20, S. 348.

18/ Ebd., S. 22.

19/ Ebd., S. 10.

20/ Ebd., S. 331.

21/ Siehe das Vorwort zu MEW, Bd. 20.

22/ MEW, Bd. 20, S. 335f.

23/ https://www.welt.de/print/die_welt/wissen/article150891282/Ist-Gott-ein-Mathematiker.html [1.11.2020].

24/ MEW Bd. 20, S. 113.

25/ Ebd. S. 525.

26/ Ilya Prigogine/Isabelle Stengers: *Dialog mit der Natur*. München, Zürich: Piper 1980, S. 219.

27/ Lenin: *Werke*, Bd. 14, S. 85.

28/ <http://peter.fleissner.org/springer/default.htm> [1.11.2020].

29/ https://www.academia.edu/1915604/Aspekte_des_Informationsbegriffs_in_der_Ethologie [1.11.2020].

30/ C. G. Schillings: *Mit Blitzlicht und Büchse im Zauber des Eleléscho*. Berlin 1905, <https://www.projekt-gutenberg.org/schillcg/elelesch/chap027.html> [1.11.2020].