

Peter Ruben

## Ist die Mechanik mechanistisch?<sup>1</sup>

Wenn wir Physik und Philosophie im Unterricht zu einer gewissen Einheit führen wollen, so setzt dies voraus, daß das Verhältnis von Physik und Philosophie zumindest für die Belange der Lehre einigermaßen geklärt ist. Einen wesentlichen Bestandteil des physikalischen Unterrichts bildet nun die Darstellung der Mechanik. Für sie aber gilt nach herkömmlichen Vorstellungen, sie habe entscheidend am Entstehen des sog. „mechanischen“ Materialismus gewirkt. Und es ist keinesfalls die Aufgabe der sozialistischen Schule, diese Philosophie zu reaktivieren. Wenn aber die Mechanik den mechanischen Materialismus impliziert, wie sollen dann Grundkenntnisse des dialektischen in Verbindung mit dem Mechanikunterricht vermittelt werden? Hier also scheint sich eine Barriere aufzurichten, die der Vermittlung der Philosophie der Arbeiterklasse im physikalischen Unterricht im Wege steht. Zur Auflösung dieser Schwierigkeit ist es erforderlich, sich ein wenig gründlicher mit den philosophischen Intentionen der Mechanik zu beschäftigen.

---

<sup>1</sup> Erstveröffentlichung in der *Wiss. Z. d. Pädagogischen Instituts Güstrow*. 2. Jg. 1963/64 – Fachb. Mathematik/Physik. S. 119-125. Es handelt sich um die Niederschrift eines Vortrags, der auf einer Konferenz zum Thema „Philosophische Probleme des Mathematik- und Physikunterrichts“ am Pädagogischen Institut Güstrow im Mai 1964 gehalten worden ist. Für diese Edition wurden die nötigen Korrekturen vorgenommen sowie die Anpassung an die gegenwärtig geltende Orthographie – bis auf den Gebrauch des  $\beta$ . (Anmerkung P. Ruben vom 30. März 2009)

## Die herkömmliche Vorstellung des Verhältnisses von Mechanik und Philosophie

In „Meyers Neues Lexikon“ heißt es:

„Der m. M. sucht die qualitativ verschiedenen Prozesse und Erscheinungen . . . letzten Endes auf mechanische zurückzuführen.“ (MNL, 5. Bd., S. 696f.)

Und a. a. Stelle:

„Die Bewegung erkannten sie (die mechanischen Materialisten, P. R.) als Daseinsweise der Materie, die sie allerdings wesentlich mechanisch auffaßten.“ (ebd., S. 664)

In dieser Interpretation erscheint mithin die Mechanik als die eigentliche Grundlage des mechanischen Materialismus. Diese Philosophie stellt sich so dar als der Versuch, den philosophischen Begriff der Bewegung mit Hilfe der mechanischen Bewegungserklärung zu entwickeln. Zur Vervollständigung des Bildes der landläufigen Vorstellungen über die philosophischen Intentionen der Mechanik geben wir noch die folgenden an:

Es wird gesagt, daß die Denkvorstellungen und Denkvoraussetzungen der klassischen Mechanik bestimmend wurden für die Methodologie der mechanischen Materialisten. Da wir nun auch erklären, daß der mechanische Materialismus durch die metaphysische Methode (im Gegensatz zur dialektischen) gekennzeichnet ist, so bedeutet jene Auffassung: die Denkvoraussetzungen der klassischen Mechanik produzieren in der philosophischen Explikation die Metaphysik. Mit anderen Worten, die Mechanik verfährt nach der metaphysischen Methode. Im Hinblick auf die Dialektik formuliert besagt diese Vorstellung, daß die klassische Mechanik der Dialektik feindlich sei. Das wird auch getreulich ausgesprochen:

„Mit der Entwicklung der noch überwiegend mechanischen Naturwissenschaft im 17. und 18. Jahrhundert erlangte das undialektische metaphysische Denken vorübergehend die Vorherrschaft. Das dialektische Denken wurde besonders durch die klassische deutsche Philosophie . . . erneuert, . . . “ (MNL, 2. Bd., S. 596)

Damit erhält die Mechanik auch philosophiegeschichtlich das Brandmal bescheinigt, Totengräber der Dialektik zu sein.

Runden wir das Bild herkömmlicher Vorstellungen zum Verhältnis von klassischer Mechanik und Dialektik ab: Es wird behauptet, daß für die Mechanik die Begriffe Kraft

und Materie (Stoff) die Grundbegriffe bilden, mittels derer sie das Naturgeschehen deutet. Außerdem löse die Mechanik die Ursache-Wirkungs-Relation weitgehend aus dem System der universellen Wechselwirkung und mache sie zur Grundkategorie. Schließlich sei der Laplace-Determinismus die Konsequenz der mechanischen Abbildung der Wirklichkeit. Es ergibt sich also als Quintessenz der noch heute landläufigen Vorstellung der Beziehungen der klassischen Mechanik zur Philosophie, daß es das Bild der Mechanik sei, das die Anschauungen der mechanischen Materialisten präge, daß der mechanische Materialismus die Ausdehnung der Begriffsbildungen der Mechanik auf alle Bereiche der Wirklichkeit sei. Schließlich wird eben darum vom *mechanischen* Materialismus gesprochen.

Nun ergibt sich zunächst vom rein naturwissenschaftlichen Standpunkt her diese unübersehbare Schwierigkeit, daß die Mechanik nicht etwa (wie der mechanische Materialismus) weitgehend der Geschichte angehört. Die Mechanik ist eine lebendige, sich weiter entwickelnde Wissenschaft. Sie ist keineswegs durch Relativitätstheorie und Quantenphysik als falsch, sondern vielmehr erst in ihrer eigentlichen Bedeutung nachgewiesen worden. Man möge etwa den Weg der Mechanik von der Newton-Formel bis zur Heisenberg-Form überschauen, um sich von ihrer lebendigen Entwicklung zu überzeugen. Es ist jedoch nicht nur dieses Moment zu berücksichtigen, sondern zugleich auch zu sehen, daß Relativitätstheorie und Quantenphysik ohne die Begriffsbildungen der klassischen Mechanik gar nicht möglich wären. Sie gehen in Form des Langrange- oder des Hamilton-Formalismus auf verschiedene Weisen in die modernen Theorien ein. Nach wie vor ist mithin zu sagen, daß die Mechanik die umfassende Grundlage der Physik darstellt.

Damit ist der Philosophie des dialektischen Materialismus aber die Gretchenfrage gestellt: Wie halten wir es philosophisch mit der Mechanik? Offenbar ergibt sich das folgende Problem: Wenn die Mechanik ein objektiv wahres Abbild ihres Gegenstandes liefert, was nicht im mindesten zu bezweifeln ist, wenn weithin die dialektische Wirklichkeitsauffassung ebenfalls ein wahres Abbild ist, was wir auch nicht bezweifeln, so muß das Verhältnis von Mechanik und Philosophie von anderer Art sein, als das in der oben skizzierten landläufigen Anschauung vorgestellt wird. Denn nach dieser schließen sich Dialektik und Mechanik im Grunde gegenseitig aus, eben weil die Mechanik als „mechanistisch“, als metaphysisch mindestens bezüglich ihrer philosophischen Intentionen unterstellt ist. Angesichts der nachdrücklichen Existenz der

Mechanik wird dann häufig vorgegeben, daß sie ja nicht mehr so ausschließlich die Gesamtheit der Naturwissenschaft ausmache, wie das im 17. und 18. Jahrhundert der Fall gewesen sei. Daher könne sie natürlich auch nicht mehr in jenem Sinne Totengräber der Dialektik sein. Aber eine solche Argumentation wäre ein Ausweichen vor der entscheidenden Frage. Und dies ist die Frage nach dem objektiven Wahrheitsgehalt der Aussagen der Mechanik, sofern sie philosophisch relevant sind. Wenn sie in der Tat den mechanischen Materialismus implizieren, so müssen sie nach wie vor im Widerspruch zur Dialektik stehen. Und da sich die Mechanik praktisch bewährt hat, so müßte folgerichtig die Dialektik in ihren Aussagen falsch sein.

Der dialektische Materialismus hat diese Diskrepanz aus der Welt zu schaffen. Die nachdrückliche Behauptung der Mechanik im System der physikalischen Abbildung der Wirklichkeit und die Vorstellung einer mechanistischen Mechanik widersprechen sich, denn die Wirklichkeit auf mechanistische Weise philosophisch deuten zu wollen, ist hinreichend als unmöglich erwiesen. Wie also ist das Verhältnis von Mechanik und dialektischer Philosophie tatsächlich beschaffen?

### Metaphysische und dialektische Bewegungsauffassung

Bevor wir zur Auflösung des dargestellten Widerstreits die Mechanik selbst befragen, erscheint es als angebracht, die hier zur Diskussion stehenden philosophischen Bewegungserklärungen eindeutiger anzugeben. Wenn man von der mechanischen oder mechanistischen oder mechanizistischen (oder welche Wortbildungen es immer geben mag) Weiterklärung spricht, so meint man gewöhnlich die materialistische Philosophie der englischen und französischen Aufklärung als den geschichtlichen Repräsentanten dieser Philosophie. Da es bei der Beurteilung bestimmter philosophischer Richtungen unmöglich ist, Zeit und Raum außer der Beachtung zu lassen, so soll hier eben diese Philosophie bei den weiteren Überlegungen zugrunde gelegt sein. Das ist umso sinnvoller, da diese Zeit und (und dieser Raum!) zugleich die der Ausbildung der klassischen Mechanik war.

Mit den Namen Th. Hobbes (1588–1679) und R. Descartes (1596–1650) ist die Ausbildung der philosophischen Bewegungsauffassung der englischen und französischen Aufklärung verbunden. Sie besteht wesentlich darin, zwischen einem

Träger der Bewegung, der Substanz, und dieser selbst eine prinzipielle Unterscheidung zu führen. Die Substanz (oder auch die Substanzen, Atome) ist (sind) an sich unbewegt, beständig sich gleichbleibend, ewig unveränderlich. Bewegung ist mithin die Veränderung der äußeren, räumlichen Beziehungen zwischen an sich unbewegten Teilchen. Es wird so eine radikale und prinzipielle Trennung von Materie und Bewegung durchgeführt. Die Bewegung wird zum bloß äußerlichen Attribut der Materie erklärt. Diese Bewegungsauffassung wollen wir hier zukünftig die metaphysische nennen. Unter der metaphysischen Bewegungserklärung verstehen wir also die philosophische Deutung der Bewegung als einer äußerlichen Eigenschaft der Materie. Bewegung ist in diesem Sinne eine Qualität der objektiven Realität, welche nach Ansicht der materialistischen Philosophie der englisch-französischen Aufklärung zwar der Materie notwendig zukommt, jedoch nur als ein Merkmal, das die Veränderung der in sich unveränderlichen Elemente in ihrer Beziehung zueinander charakterisiert. Damit wird die Materie selbst, sofern man eben von der Veränderung der äußeren Relationen ihrer Elemente absieht, als tot, als untätiger, passiver Stoff, als bloßes Material angesehen.

Es ist hier eine Bemerkung zu den oben zitierten Ausführungen in „Meyers Neues Lexikon“ nötig. Daß die sogenannten mechanischen Materialisten die Bewegung als Daseinsweise der Materie erkannten, ist eine nicht zutreffende Behauptung. Da sie die Bewegung als wesentlich räumliche Relationsveränderung begriffen, die Materie also an sich als toten Stoff ansahen, so ist in dieser Anschauung tatsächlich sie des *Daseins* beraubt. Sie ist vielmehr auf bloßes Sein reduziert. Sinnvoll unterscheidet der philosophische Begriff des Daseins gerade die innere Lebendigkeit, die aktive Äußerung der Dinge von der bloß passiven Anwesenheit, der einfachen Existenz dieser, was der philosophische Begriff des Seins ausdrückt. Die Elemente der Materie werden bewegt, sie bewegen sich nicht; an ihnen geschieht etwas, aber sie erzeugen kein Geschehen. Das ist der Standpunkt der metaphysischen Bewegungserklärung. Aber nur indem die Materie aus sich heraus, in sich Wirkungen hervorbrächte, hätte sie wirkliches, weil wirkendes Dasein. Das Dasein der Materie der metaphysischen Materialisten ist allein der Tod, also ein Nichtsein. Dies ist auch der wesentliche Punkt, der die konsequent *materialistischen* Metaphysiker dazu veranlaßte, die Frage nach der Ursache der Bewegung nicht zu stellen. Daß Bewegung ist, war einfach hinzunehmen. Zugleich aber konnten die idealistischen Metaphysiker (oder wenigstens die, die sich mit der Religion nicht verfeinden wollten) ohne zusätzlichen logischen Fehltritt Gott als

die eigentliche Ursache der Bewegung aussprechen. Denn sie war ja per definitionem der Materie äußerlich, so daß diese als Ursache nicht in Betracht kommen konnte. Es ist also in der Tat so, daß die metaphysische Bewegungsauffassung genau in der *Negation* der Bewegung als *Daseinsweise* besteht.

Damit haben wir der dialektischen Erklärung bereits den Weg geebnet. Sie besteht in der logisch entgegengesetzten Auffassung. Das Problem der Dialektik ist die begriffliche Abbildung der Bewegung als *Selbstbewegung* der Materie. Für sie ist daher die Trennung von Bewegung und Bewegtem nur ein Moment des Erkenntnisprozesses. Niemals aber kann sie solche Trennung für objektiv real ausgeben. Daher kann die dialektische Bewegungsauffassung die Elemente der Materie nicht als in sich unbewegt erklären. Und folglich reduziert sich für sie auch die Bewegung nicht auf die bloße Veränderung der äußeren Beziehungen der Elemente untereinander. Diese ist vielmehr nur ein Moment der Bewegung der Materie überhaupt. Die Dialektik begreift also die Bewegung als der Materie immanent: Materie ist nur als bewegte, und Bewegung ist nur als materielle! Und eben dies bedeutet, in der Bewegung äußert die Materie ihr Dasein; d. h., die Dialektik begreift die *Bewegung* als *Daseinsweise* der Materie. Es gibt keine objektive Realität als toten, rein passiven Stoff, an dem und mit dem etwas geschieht, ohne daß er selbst einer Aktion fähig ist. In diesem Sinne bedeutet daher materiell sein zugleich fähig sein, sich in Wirkungen zu äußern.

Mit einer solchen Bewegungsauffassung ist die Dialektik auch fähig, die Frage nach der Ursache der Bewegung auf sinnvolle Weise zu stellen und zu beantworten. Die Konsequenz der Erklärung der Bewegung als Selbstbewegung ist, daß ihre Ursache, ihr Grund als dialektischer *Widerspruch* ausgesprochen wird. Bewegung als Selbstbewegung bedarf zu ihrer Existenz keines äußeren Erregers, keines außerhalb und unabhängig von der Materie existierenden Gottes; der wenigstens die Funktion des ersten Anstoßes auszuüben hätte. Die dialektische Auffassung kann daher die Wirklichkeit ohne unerfahrene Zutaten begrifflich erfassen, sie kann die Dinge in ihrem eigenen und in keinem phantastischen Zusammenhang erklären. Und eben dies ist die Position aller echten Wissenschaft.

## Die Aussage der Mechanik und ihre philosophischen Intentionen

Wir haben uns nur zu fragen, ob die Mechanik die mechanische Bewegung im Sinne der Metaphysik als bloße Veränderung der räumlichen Beziehungen materieller Elemente oder als Daseinsweise der Materie im Sinne der Dialektik abbildet. Zur Beantwortung dieser Frage wollen wir uns hier allein auf das Grundgesetz der Mechanik stürzen. Dabei wird es nützlich sein, dessen geschichtliche Explikation von Newton bis Hamilton vor Augen zu haben. Es mag hier die Bemerkung gestattet sein, daß es sicher für die Verbindung der dialektischen-materialistischer Philosophie und Physik im Schulunterricht von Bedeutung ist, daß den Schülern die theoretische Mechanik endlich über den Standpunkt von Newton hinaus vermittelt werden müßte. Es wird sich in unserer Darstellung zeigen, daß die Aneignung des Grundgesetzes der Mechanik in der Form der Newton-Gleichung scheinbar die Möglichkeit einer metaphysischen Interpretation zuläßt. Geschichtlich ist sie auch in dieser Weise gedeutet worden. Verfolgt man aber die weitere historische Ausbildung des mechanischen Grundgesetzes über d'Alembert zu Hamilton, so läßt sich ohne Schwierigkeit die Haltlosigkeit der metaphysischen Interpretation darstellen. Im Übrigen erscheint es auch vom Standpunkt des erforderlichen theoretischen Niveaus der Hochschulreife als notwendig, daß die Mechanik in ihren modernen Begriffsbildungen wenigstens in Grundzügen den Schülern vermittelt wird. Es ist hier der gleiche unsinnige Zustand zu überwinden, wie er sich im Stand des Mathematikunterrichtes zeigt, wo die Schüler annähernd bis Leibnitz, aber nicht weiter geführt werden. Man kann den Schülern nicht die moderne Philosophie auf dem Standpunkt der Mechanik und Mathematik von vor 250 Jahren vermitteln. Auch in diesem Sinne ist die Forderung von H. Hörz nach Konzentration auf grundlegende Kenntnisse unbedingt zu unterstützen.

Das Grundgesetz der Mechanik wurde von Newton angegeben in der Form

$$(1) \quad F = \frac{d}{dt}(mv).$$

Um die Antwort auf die vorgegebene Frage nach den philosophischen Intentionen der Mechanik zu finden, ist hier die Bedeutung der Formel zu untersuchen. Bekanntlich hat Newton ausschließlich die Mechanik des freien Massenpunktes ausgebildet. Für ihn war daher die Form (1) die Antwort auf die Frage nach dem mechanischen Verhalten *eines* materiellen Körpers, sofern dieser durch eine äußere Ursache (Kraft) affiziert würde. Wir finden also bei Newton sehr klar – eine metaphysische Deutung seines

Grundgesetzes. Dies ist für ihn im Grunde die spezifisch mechanische Form der metaphysischen Kausalaffassung, nach der Ursache und Wirkung in einer linearen, äußerlichen Vermittlung stehen.

Es bleibt aber die Frage, ob denn Newton seine eigene Formel richtig gedeutet hat. Diese Frage ist keineswegs so vermessen, wie es zunächst scheint. Es ist gar keine Seltenheit im Prozeß des wissenschaftlichen Erkennens, daß Formeln aufgestellt wurden, deren Bedeutung gar nicht oder vorerst nur in beschränktem Maße verstanden werden konnten. Es sei hier nur daran erinnert, daß die obige Form (1) durch Newton so angegeben wurde, daß sie auch bei Berücksichtigung der Lorentz-Transformation gültig bleibt, was natürlich Newton nicht im mindesten ahnen konnte.

Für die Erkenntnis der Bedeutung der Newton-Gleichung ist nun sehr wichtig, daß sie einen *funktionalen* Zusammenhang darstellt. Mathematische Funktionen sind aber in *gar keinem Fall* Angaben von kausalen Zusammenhängen. Funktionen sind eindeutige Abbildungen, d. h., es besteht zwischen den Werten einer Funktion und denen des Arguments eine eindeutige Zuordnung. Wohl folgt aus der Existenz eines kausalen Zusammenhanges die Existenz eines funktionalen, aber nicht umgekehrt folgt aus der Existenz eines funktionalen Zusammenhanges auch die eines kausalen. In diesem Sinne ist die Existenz eines funktionalen Zusammenhanges eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für die Existenz eines kausalen. Aus diesen Überlegungen aber ergibt sich, daß die Newtonsche Erklärung der Newton-Gleichung eine falsche Auslegung ist. Sie ist mechanisch nicht gerechtfertigt. Aus der Newton-Form des mechanischen Grundgesetzes ist also *nicht* die metaphysische Bewegungsauffassung zu explizieren.

Die Bedingung dafür, daß die Form (1) eine metaphysische Deutung dem Scheine nach zuläßt, besteht in der Reduktion der mechanischen Betrachtung auf den freien Massenpunkt. In der Tat liegt aber damit bereits eine Abstraktion vor, welche die Erkenntnisbewegung notwendig vornehmen muß. Um die mechanische Bewegung in ihrer Gesamtheit zu erfassen, also als geistig Konkretes zu reproduzieren, muß das Denken zunächst die Reduktion auf die abstrakt-einfachen Bestimmungen vornehmen. Gerade das tat Newton, ohne sich dabei freilich des Wesens des Denkvorganges bewußt zu sein. Indem nämlich das Erkennen *den* Massenpunkt fixiert, schafft es tatsächlich ein *ideales* Objekt, das ihm zur Abbildung einer bestimmten Seite, eines Momentes der

mechanischen Bewegung dient. Die metaphysische Deutung jedoch vergißt, daß es sich um eine *abstrakte* Bestimmung handelt. Sie verwandelt das ideale Objekt „Massenpunkt“ in ein objektiv reales (freilich nur im Denken!) und verabsolutiert damit die Abstraktion. Im Begriff des Massenpunktes ist nun die Bewegung per definitionem äußerlich. Verwandelt man daher die relative Denkbestimmung des Massenpunktes in eine absolute Bestimmung der Wirklichkeit, so hat man zwangsläufig die Bewegung vom Bewegten getrennt.

Sobald nun zur Analyse der mechanischen Systeme übergegangen wird, zeigt sich, daß die bei alleinigem Vorliegen des freien Massenpunktes möglich scheinende metaphysische Interpretation nun ganz und gar unmöglich wird. Ein System von Massenpunkten bewegt sich im Allgemeinen *nicht* in Richtung und Größe nach der vorgegebenen äußeren Kraft. Wenn aber die inneren Bindungen des Systems in Gestalt der sogenannten Zwangskraft berücksichtigt werden, so läßt sich das Grundgesetz mechanischer Systeme durchaus herstellen. Wenn die Kraft  $F$  aufgefaßt wird als Summe der äußeren Kraft  $K$  und der Zwangskraft  $Z$ , was freilich die Erkenntnis des Vektorcharakters der Kraft erfordert, so läßt sich das Grundgesetz in der folgenden Gestalt angeben:

$$(2) \quad K + Z = \frac{d}{dt}(mv).$$

Hier ist nun jede metaphysische Deutung ausgeschlossen. Die Zwangskraft  $Z$  ist gerade dadurch charakterisiert, daß sie von sich aus eben keine „Bewegung“ hervorbringt. Sie kann also nicht im metaphysischen Sinne als Ursache gedeutet werden. Es ist so deutlich zu sehen, daß bei Übergang von der Mechanik des freien Massenpunktes zur Systemmechanik die lineare Kausaldeutung der Metaphysik auch den Schein einer Berechtigung verliert. Das liegt daran, daß bei der Betrachtung mechanischer *Systeme* sowohl äußere wie *innere* Bindungen berücksichtigt werden. Im Begriff des mechanischen Systems wird die definitorische Äußerlichkeit der Bewegung, wie sie im Begriff des freien Massenpunktes vorliegt, wieder aufgehoben. Damit aber wird es möglich, sich vom Standpunkt der reinen Ablaufscharakterisierung der mechanischen Bewegung, wie sie sich in der Newton-Gleichung darstellt, zum Standpunkt der Zustandscharakterisierung zu erheben. Dies erfolgt mit Hilfe der Formulierung von Zustandsgrößen. Wenn nämlich die oben genannte Eigenschaft der Zwangskraft, keine „Bewegung“ hervorzurufen, exakter beschrieben werden soll, so läßt sich dies mit Hilfe

des Arbeitsbegriffs durchführen. Genauer bestimmt lautet dann diese Eigenschaft: Zwangskräfte leisten keine Arbeit! Da die Arbeit Skalarprodukt der Kraft in den Weg ist, so läßt sich unter Verwendung der für das System möglichen (virtuellen) Wegelemente angeben:

$$\text{die Zwangskr.} \quad Z = \frac{d}{dt}(mv) - K$$

und damit die Arbeit der Zwangskräfte (wobei hier nun zur Koordinatendarstellung übergegangen wird)

$$(3) \quad \delta A_Z = \sum_{i=1}^{3N} (m\ddot{x}_i - X_i) \delta x_i = 0$$

Damit ist das berühmte D'Alembert-Prinzip gewonnen. Es ist das geschichtlich erste Prinzip, das in sich die gesamte Mechanik enthält. Als Differentialprinzip geht es vom momentanen mechanischen Zustand aus und vergleicht ihn (in der Variation) mit einem benachbarten, der durch virtuelle Verschiebung aus ersterem hervorgeht.

Durch Integration gelangt man dann zum Prinzip der kleinsten Wirkung, der heute allgemein gebräuchlichen Darstellung des Grundgesetzes der Mechanik:

Aus (3) folgt

$$\delta A = \sum_i m\ddot{x}_i \delta x_i = \frac{d}{dt} \sum_i m\dot{x}_i \delta x_i - \delta T$$

$$\delta A + \delta T = \frac{d}{dt} \sum_i m\dot{x}_i \delta x_i$$

und schließlich nach Integration

$$\delta \int_{t_0}^{t_1} (\delta A + \delta T) dt = 0$$

Wenn man nun die Existenz konservativer Kräfte voraussetzt, so daß also  $A = -U$  und damit  $T - U = L$  (die von Lagrange gefundene Funktion, die freie Energie), so gilt schließlich das bekannte Hamilton-Prinzip

$$(4) \quad \delta \int_{t_1}^{t_2} L dt = 0$$

Mit diesem Integralprinzip wird das qualitative und quantitative Maß der mechanischen Bewegung formuliert. In ihm wird die Folge mechanischer Zustände in einem endlichen Zeitintervall mit benachbarten verglichen und festgestellt: Jede mechanische Bewegung verläuft so, daß, sofern man eine hinreichend kleine Umgebung wählt, die Wirkung einen minimalen Wert annimmt.

Für unsere Ausgangsfrage ist nun wichtig zu sehen, daß die Mechanik die Totalität ihres Gegenstandes mit Hilfe des Wirkungsbegriffs abbildet. Aus der Form (4) ist zu ersehen, daß es sich beim Begriff der Wirkung keinesfalls um die Bedeutung handelt, welche in der metaphysischen Kausalrelation das Wort Wirkung ausdrückt. Um dies noch deutlicher zu machen, wollen wir zudem die Dimension der Wirkung berücksichtigen:  $[w] = [m l^2 t^{-1}]$  (mit  $m$  für Masse,  $l$  für Länge und  $t$  für Zeit).

Der mechanische Begriff der Wirkung drückt also die *Einheit* der Masse, des Raumes und der Zeit aus. In den Begriffen Raum und Zeit erfassen wir das geometrische Moment, in dem der Masse das dynamische Moment der mechanischen Bewegung. Die Wirkung ist mithin Ausdruck der Einheit von geometrischer und dynamischer Bestimmung des Gegenstandes der Mechanik.

Wenn wir von Raum und Zeit absehen, so läßt sich schließlich sagen, daß in der Mechanik die Materie, die objektive Realität, die Wirklichkeit allein und ausschließlich unter dem Aspekt ihrer Eigenschaft, Masse zu sein, betrachtet wird. Mit anderen Worten: die Wirklichkeit ist u. a. auch ein mechanisches System. Ein Baum etwa ist im allgemeinen Gegenstand der Biologie. Falls er gefällt wird, so ist er für den Arbeiter, der sich schützen will, ein mechanisches Objekt; dessen Zustandsänderung durch das Fallgesetz gegeben ist. Alle wirklichen Dinge sind auch Träger von Masse. Und sofern sie *dies* sind, sind sie Gegenstand der Mechanik. Darin besteht die artspezifische Eigenheit der mechanischen Wirklichkeit, die also so als ein Moment der Wirklichkeit überhaupt bestimmt ist.

Das Hamilton-Prinzip nun formuliert diese mechanische Qualität der Wirklichkeit in ihrer raum-zeitlichen Bestimmtheit. Es ist so die Reproduktion der mechanischen Wirklichkeit als ein geistig Konkretes; es ist die begriffliche Abbildung der Daseinsweise der mechanischen Wirklichkeit, der mechanischen Bewegung. In diesem Sinne kann man sagen, mechanische Bewegung ist Wirkung. Mechanik ist also Theorie

der Wirkung, ist Abbildung der Wirklichkeit, sofern sie als wirkende gefaßt wird. Es ist die Beschränktheit der metaphysischen Auffassung, die nicht begreift, daß in der Bestimmung der Masse zugleich die der Kraft ausgesprochen wird. Daher hält sie beide Kategorien in der Getrenntheit (die natürlich notwendiges Moment des Erkenntnisprozesses ist) fest, verabsolutiert sie so und kommt damit schließlich in die Verlegenheit, die Frage, was denn Kraft sei, als nicht beantwortbar zu erklären. Die Antwort kann selbstverständlich nicht gegeben werden, wenn die Kraft allein in ihrem *Unterschied* zur Masse, nicht aber in ihrer *Beziehung* zu dieser gesehen wird. In beiden Begriffen wird in der Tat das dynamische Moment der mechanischen Bewegung in gegensätzlicher Weise bestimmt: die Masse ist nur, sofern die Kraft ist und umgekehrt. Die Kraft ist so Begriff des aktiven, positiven Momentes des Dynamischen, wie die Masse Begriff des passiven, negativen ist. Die Mechanik selbst straft das metaphysische Denken Lügen, indem sie auf ausdrückliche Weise den Übergang beider Kategorien ausspricht, sie schließlich zur höheren Einheit der Wirkung zusammenfaßt und damit die Einheit ihres Gegenstandes, auf umfassende ungegliederte Weise darstellt.

Damit können wir schließlich begründet feststellen, daß die Mechanik in keiner Weise die metaphysische Bewegungsauffassung rechtfertigt oder gar enthält. Vielmehr begreift sie ihren Gegenstand im Sinne der Dialektik, reproduziert ihn geistig im Hamilton-Prinzip, dem Maß seiner Daseinsweise. Wenn man daher unter dem Begriff „mechanistisch“ eben jene Metaphysik versteht, so ist die Mechanik nicht mechanistisch. Wenn man aber unter diesem Begriff die Eigenschaft versteht, in irgendeiner Weise Gegenstand der Mechanik zu sein, so ist natürlich die Mechanik mechanistisch. Dann aber schließen sich mechanistisches und dialektisches Denken in keiner Weise aus; dann stehen sie nicht auf einer gemeinsamen logischen Ebene. In diesem Falle meint mechanistisches Denken die Art und Weise des spezifisch einzelwissenschaftlichen Vorgehens, während das dialektische Spezifik des philosophischen bezeichnet.

Es bleibt zu sagen, daß die landläufige Verwendung des Wortes „mechanistisch“ (oder mechanisch, mechanizistisch) unter Philosophen in der Tat bewußtloses Verwenden ist. Gemeint ist dabei natürlich immer philosophische Eigenheit. Was die Mechanik tatsächlich damit zu tun hat, haben wir gezeigt, nämlich nichts. Auch erscheint es mir als ungerechtfertigt, *philosophische* Besonderheit mit Adjektiven *einzelwissenschaftlicher* Provenienz auszudrücken. Solche Begriffsbildungen wie

mechanischer Materialismus, physikalischer Idealismus, mathematischer Positivismus etc. sind monströse Gedankenundinge, deren Produktion allein auf dem bewußtlosen Anschauen spezifisch philosophischer Entwicklungen beruht. Diese begrifflosen Begriffe verbleiben in der reinen Äußerlichkeit. Sie erwecken den Anschein, es seien korrelative Zusammenhänge kausale. Sie sind darum tunlichst aus dem philosophischen Vokabular zu streichen. Wir werden hier daher statt vom mechanischen künftig ausschließlich vom metaphysischen Materialismus sprechen.

### Das geschichtliche Verhältnis der Mechanik zum metaphysischen Materialismus

Es ist selbstverständlich, daß das Verhältnis des metaphysischen Materialismus zur Mechanik nicht allein dadurch bestimmt werden kann, daß man die Prinzipien der Mechanik mit den Grundaussagen jener Philosophie konfrontiert. Es ist ja eine Tatsache, daß die Mechanik metaphysisch interpretiert worden ist. Daher ist zu fragen, worin die tatsächlichen Beziehungen zwischen der Mechanik und dem metaphysischen Materialismus bestanden. Im Rahmen dieses Vortrages kann jedoch auf dieses Problem nur in groben Umrissen eingegangen werden.

Die erste wichtige Feststellung, die wir zu treffen haben, ist die, daß die Mechanik Newtons in Frankreich (und damit auf dem europäischen Kontinent) Eingang fand durch die Vermittlung insbesondere Voltaires. 1735 erschien sein Werk „Eléments de la philosophie de Newton“. Die Aufnahme der Newton-Mechanik in Frankreich hatte aber nun eine spezifisch ideologische Funktion für die heranreifende bürgerliche Revolution, die sich schon in der Eigenart der Rezeption der Mechanik durch Voltaire deutlich manifestierte. Newton hatte bekanntlich sein Grundgesetz der Mechanik formuliert, um die Gesetze Keplers wie die Galileis aus einem gemeinsamen Prinzip zu folgern. Dabei formulierte er das Gesetz der Gravitation, das er ausdrücklich als eine rein mathematische Form aussprach. Für Voltaire aber verwandelte sich diese Auffassung der Gravitation in eine Kampfansage gegen die klerikale Reaktion. D. h., die Mechanik wurde von Voltaire rezipiert im Sinne eines Mittels der bürgerlichen Ideologie, die gegen die feudale in dem Kampf zu führen war. Newton erscheint Voltaire also als ein mächtiger Bundesgenosse im Kampf gegen die positive Religion.

Es ist in diesem Zusammenhang ein zweites Moment der geschichtlichen Entwicklung zu berücksichtigen. Das französische Bürgertum hatte in der absolutistischen Epoche in der Philosophie des Descartes seine Weltanschauung ausgearbeitet. Diese Philosophie reflektierte in ihrem klar durchgeführten Dualismus die wirkliche Klassenlage des Absolutismus. Wenn Descartes von der Gleichberechtigung des Glaubens und der Vernunft sprach, so war dies die ideologische Ausführung der wirklichen Dualität von Bourgeoisie und Feudalklasse. Lamettrie erkannte diesen Zusammenhang deutlich, als er davon sprach, daß Descartes seiner Philosophie nur der Pfaffen wegen eine Seele angeflücht hätte. Für die philosophische Begriffsausführung aber bedeutete dieser Dualismus die Reduktion der Materie auf die res extensa. Mit anderen Worten, die bürgerliche Betonung der Vernunft (im Gegensatz zur feudalen des Glaubens) konnte nur praktisch durchgeführt werden, indem sich die Vernunft selbst beschränkte. Und das bedeutete eben Beschränkung ihres Gegenstandes. Es soll mit dieser Darstellung keinesfalls behauptet werden, daß die Behauptung der res extensa durch Descartes allein in diesem Zusammenhang ihren Grund habe. So ist z. B. die Entdeckung der analytischen Geometrie ein wesentliches Element seiner Materieauffassung. Da Descartes durch die radikale Trennung von Materie und Denken gezwungen war, die Aneignung der Wirklichkeit durch das Denken unter dieser Voraussetzung sich begreiflich zu machen, so mußte die Materie, da das Denken ihm geometrischer Natur war, selbst geometrischen Charakter annehmen. Genau das liegt mit der Reduktion der Materie auf die res extensa vor. Für unseren Zusammenhang aber ist hier allein wichtig, daß die philosophische Auffassung der Wirklichkeit für das französische Bürgertum durch die Cartesische Philosophie vorgebildet worden war.

Wesentlich ist nun, daß die Rezeption der Newton-Mechanik durch Voltaire im engen Zusammenhang mit der ideologischen Vorbereitung der bürgerlichen Revolution steht. Diese Vorbereitung richtete sich notwendig gegen die klerikale Ideologie, der mächtigen Stütze des französischen Absolutismus. Das französische Bürgertum sprach ideologisch seinen Herrschaftsanspruch aus als den Herrschaftsanspruch der Vernunft. Nicht Glaube und Vernunft sollten mehr zusammen gelten. Allein die Vernunft müßte der oberste Richter allen Bewußtseins sein. Und dies bedeutete in der Praxis: allein die Bourgeoisie ist zum Gestalter des gesellschaftlichen Lebens berufen. Damit aber wurde eine Abänderung des Cartesischen Dualismus im Sinne des Ausschließlichkeitsanspruches der Vernunft notwendig. Die Philosophie des Descartes

war von der angeflickten Seele zu befreien. Um Waffe des revolutionären Bürgertums zu werden, mußte sie ihren theologischen Ballast verlieren.

Gerade darin besteht der geschichtliche Zusammenhang der Übernahme der Newton-Mechanik in Frankreich mit der Ausbildung des metaphysischen Materialismus. Die Befreiung der Cartesischen Philosophie von ihren theologischen Rücksichten vollzog sich in und durch die Aufnahme des Gedankengutes Newtons, aber eines voltairisierten Newton. Es vollzog sich also ein gedanklicher Schmelzvorgang, in welchem sowohl die Mechanik Newtons wie die Philosophie Descartes ihre ursprüngliche Gestalt verloren. Das Resultat dieses Vorganges war eben die metaphysisch interpretierte Mechanik und die zum metaphysischen Materialismus fortgebildete Philosophie Descartes.

Es kann daher keine Rede davon sein, das Verhältnis von Mechanik und metaphysischem Materialismus auf die bloße Ursache-Wirkungs-Relation abbilden zu können. Selbstverständlich hat die klassische Mechanik ihre geschichtlichen Schranken besessen. So in der Vorstellung von der unendlichen Geschwindigkeit der Wirkungsausbreitung oder der bloß kontinuierlichen Wirkungsübertragung. Und sicher ist auch dieser Vorstellung die Mitwirkung an der Ausbildung des metaphysischen Materialismus zu bescheinigen. Aber sie enthält selbst schon das philosophische Element in Gestalt der völligen Trennung von Endlichem und Unendlichem, von Kontinuierlichem und Diskretem. Daß die klassische Mechanik diese Vorstellung selbst unterstellte, hier also nicht dem dialektischen Denken Wege ebnete, liegt an der geschichtlichen Schranke der Erkenntnismöglichkeit überhaupt. Die Aufhebung jener Vorstellung konnte nur akut werden, sobald die menschliche Erkenntnis die praktische Fähigkeit gewonnen hatte, Objekte sehr hoher Geschwindigkeiten, Strahlungen etc. in den Bereich seiner Untersuchungen einzubeziehen, also erfahrbar zu machen. In diesem Sinne ist es natürlich richtig, von der Beschränktheit der klassischen Mechanik zu sprechen. Die moderne Physik bestätigt diese Aussage, indem sie die klassische Mechanik zu ihrem Grenzfall erklärt. Aber diese Beschränktheit ist keineswegs eine im Sinne der Philosophie, also metaphysische Beschränktheit. Dies wird schon dadurch deutlich, daß das Grundgesetz der Mechanik, das Hamilton-Prinzip, sowohl in der Relativitätstheorie wie der Quantenphysik seine Bewährungsprobe bestanden hat. Es ist falsch verstanden, sähe man in der klassischen Mechanik etwa das einzelwissenschaftliche Pendant zum „mechanischen“ Materialismus, in Relativitätstheorie und Quantenphysik aber das zum dialektischen. Vielmehr beginnt

die physikalische Abbildung der Wirklichkeit von Anfang an – also seit ihrem Entstehen als Wissenschaft – mit der Affirmation der dialektischen Bewegungsauffassung und fordert mit ihrer eigenen Ausbildung zugleich eine immer reicher und tiefer gehende Ausbildung der Wissenschaft Dialektik von der Philosophie.

In Wahrheit zeigt sich also das Verhältnis der Mechanik zu metaphysischem Materialismus nicht als ein Grund-Folge-, als ein Ursache-Wirkung-Verhältnis, sondern als eine vielseitig vermittelte Wechselwirkung. Was man aus der Mechanik als philosophische Konsequenz zu schlußfolgern vermeinte, war bereits zuvor als philosophische Interpretation in die Mechanik eingegangen. Der Schein der „mechanistischen“ Mechanik ist der Schein, den der Selbstbetrug konstituiert. Die Mechanik als Beelzebub der Dialektik zu sehen, das ist nur möglich, wenn die Mechanik durch die Brille der Metaphysik angeschaut wird.