

SONDERDRUCK AUS:

Philosophia naturalis

Band 36 (1999) Heft 1

JUAN MANUEL TORRES

On the Falsification of the *Central Dogma* and the *De novo*
Synthesis of Molecular Species

ED DELLIAN

Nochmals: Die Newtonische Konstante

ANDREAS DORSCHEL

Emotion und Leib

KLAUS FISCHER

Drei Grundirrtümer der Maschinentheorie des Bewußtseins

HEINZ-DIETER EBBINGHAUS / MARTIN GROHE

Zur Struktur dessen, was wirklich berechenbar ist

EDUARD KAESER

Leib und Landschaft. Für ein Naturverständnis „bei Sinnen“

MICHAEL ESFELD

Der Holismus der Quantenphysik



VITTORIO KLOSTERMANN · FRANKFURT AM MAIN

Ed Dellian

Nochmals: Die Newtonische Konstante

Bemerkungen zu Isaac Newtons Lehre von der absoluten Bewegung

Einleitung

Die Lehre Isaac Newtons von der Bewegung der Körper im absoluten Raum und in der absoluten Zeit gründet sich auf drei „Axiomata sive leges motus“, die Newton eingangs seines Hauptwerks „Philosophiae naturalis principia mathematica“¹ (im Folgenden „*die Principia*“) von 1687 vorstellt. Diese Bewegungsgesetze werden bisher allgemein als das Fundament der sogenannten *newtonischen* oder *klassischen* oder *analytischen* Mechanik angesehen. Die wissenschaftshistorische Forschung weiß aber seit langem, daß die analytische Mechanik im Lauf des 18. Jahrhunderts von d'Alembert, Euler und Lagrange in kritischer Auseinandersetzung mit Newton formuliert wurde, wobei die Newton'schen Bewegungsgesetze mindestens eine *positivistische Interpretation* erfuhren². Bei näherer Untersuchung zeigt sich, daß diese Interpretation eine *inhaltliche*, auf die Rezeption Leibniz'scher mechanischer Prinzipien zurückzuführende *Veränderung* der Bewegungsgesetze einschloß. Die Veränderung bestand insbesondere darin, daß ein von dem Zweiten Bewegungsgesetz Newtons geforderter Proportionalitätsfaktor eliminiert wurde – die „newtonische Konstante“³. Als Ergebnis der Untersuchung sei vorweggenommen, daß die klassische Mechanik ganz zu Unrecht Newton zugeschrieben wird. Tatsächlich entstammen ihre grundlegenden Prinzipien Leibniz' rationalistischer Philosophie.

Der philosophische Rationalismus erkennt Raum und Zeit nicht als objektive Realitäten an. Sie gelten vielmehr als variable Verstandeskategorien zur *Ordnung von Dingen relativ zueinander*: der Raum für die verstandesmäßige Ordnung von Dingen „nebeneinander“, die Zeit für ihre Ordnung „nacheinander“, wie Leibniz sagt⁴. Dem entspricht es, daß Raum und Zeit als absolute Größen oder Entitäten in der klassischen Mechanik nicht vorkommen. Aus dieser Tatsache hat nun mancher eben-

so wie Ernst Mach den Schluß gezogen, daß Newtons realistische Lehre vom absoluten Raum, der absoluten Zeit und der absoluten Bewegung für die Mechanik entbehrlich sei⁵. Und weil die klassische Mechanik ohne weiteres mit derjenigen Newtons identifiziert wurde, konnte Ernst Mach sogar behaupten, daß Newtons eigene Lehre gegen die absolute Bewegung sprechen würde⁶.

Ich will durch Rekonstruktion der *authentischen* Bewegungslehre Newtons zeigen, daß Machs Behauptung für diese nicht zutrifft, weil in dieser Lehre, anders als in der von Leibniz'schen Prinzipien bestimmten und Newton *fälschlich* zugerechneten klassischen Mechanik, der unveränderliche absolute Raum und die unveränderliche absolute Zeit in Gestalt geometrischer Größen als Bezugssystem der absoluten Bewegung ebenso wie diese mathematisch und physikalisch sehr wohl präsent und unverzichtbar sind.

Im Folgenden geht es zunächst um die *Rekonstruktion* der Lehre Newtons am Beispiel des Zweiten Newtonischen Bewegungsgesetzes sowie um die *Reduktion* dieses Gesetzes mittels Leibniz'scher Prinzipien auf das Grundgesetz der klassischen Mechanik. Danach gebe ich einige Hinweise auf die Bedeutung dessen, was im ersten Teil gezeigt wird, für das Verständnis der Newton'schen Philosophie sowie der klassischen Mechanik und einiger Aspekte der Physik des 20. Jahrhunderts. Ich meine, daß die moderne Physik die Aktualität der authentischen Bewegungslehre Newtons einschließlich seiner Lehre von Raum und Zeit bestätigt.

I. Rekonstruktion und Reduktion: Newtons Axiom II, Leibniz' Erstes mechanisches Axiom und die klassische Mechanik

1. *Sapere aude*

Von Immanuel Kant stammt die aufklärerische Forderung, das selbständige Denken zu wagen. Betrachtet man mit diesem kritischen Ansatz die Bewegungsgesetze Newtons, so zeigt sich, daß sie das, was die Physiklehrbücher behaupten, keineswegs enthalten.

Isaac Newton hat die Bewegungslehre in den *Principia* von 1687 nicht in der uns geläufigen algebraisch-arithmetischen Formelsprache, sondern in lateinischer Sprache und in *geometrischer* Form abgefaßt. So heißt z.B.

dort das Zweite Gesetz der Bewegung: „Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae...“, d.h., daß die Bewegungsänderung („mutatio motus“) der eingedrückten bewegenden Kraft („vis motrix impressa“) proportional ist⁷.

Was wir hingegen als Zweites Newton'sches Gesetz in der Schule lernen, wird durch den Satz „Kraft gleich Masse mal Beschleunigung“ ausgedrückt und üblicherweise in die Formel F (Kraft) = m (Masse) mal a (Beschleunigung) gekleidet. Die präzisere Wiedergabe dieses Satzes durch die bekannte Gleichung

$$F = m \times dv/dt \quad (1)$$

(mit dv/dt = Geschwindigkeitsdifferential durch Zeitdifferential = a = Beschleunigung) spricht die von Leibniz entwickelte Sprache der mathematischen Analysis. Ich behaupte, daß nicht nur die Sprache dieser Gleichung, sondern auch das, was sie *in der Sache* aussagt, von Leibniz'schen Prinzipien bestimmt ist.

2. Das Märchen von des Kaisers neuen Kleidern

Die für das Zweite Bewegungsgesetz gebräuchliche Formel (1) der Schulmechanik ist bei Newton nicht zu finden. Das hat schon 1950 der Wissenschaftshistoriker E.J. Dijksterhuis gezeigt. Er schreibt in seinem Buch „*Die Mechanisierung des Weltbildes*“⁸:

„Man hat bisher allgemein aus dem Axiom II Newtons die Beziehung $F = ma$ herausgelesen. Es steht aber damit wie mit den Kleidern des Kaisers im Märchen; jeder sah sie, da er überzeugt war, daß sie da seien, bis ein Kind feststellte, daß der Kaiser nichts anhatte. So hat man im einleitenden Kapitel von Newtons *Principia* stets das Axiom ausgesprochen gesehen, daß eine konstante Kraft eine zu ihr proportionale konstante Beschleunigung verursacht. Wenn man aber die von Newton gegebene Grundlegung mit kindlicher Unbefangenheit, also unter Ausschaltung von allem, was man schon weiß und daher zu finden erwartet, durcharbeitet, so zeigt es sich, daß sie die wichtigste Grundlage für die klassische Mechanik keineswegs enthält.“

Leider hat Dijksterhuis sich nicht mit der naheliegenden Frage befaßt, was, wenn nicht „Kraft gleich Masse mal Beschleunigung“, das Axiom

Newtons eigentlich aussagt. Hierüber gibt nun (neben anderen) der Historiker Giulio Maltese in einem 1992 erschienenen Buch „*La Storia di $F = ma$* “⁹ nähere Auskunft.

Maltese überträgt das Newton'sche Axiom in der Form

$$F = \Delta(mv) \quad (2)$$

in die heutige Schreibweise. Diese Formel besagt, daß die Kraft F gleich ist der Bewegungsänderung $\Delta(mv)$, die ein Körper unter dem Einfluß der Kraft F erfährt. Ändert ein Körper mit der Masse m , der sich zunächst mit der Geschwindigkeit v_1 geradlinig-gleichförmig bewegt, als Wirkung einer Kraft F seinen Bewegungszustand mv_1 so, daß er nach der Änderung den neuen Bewegungszustand mv_2 einnimmt, so wäre demnach die Kraft gleich der Bewegungsänderung, die durch die Differenz $mv_2 - mv_1$ gegeben ist und formal durch $\Delta(mv)$ ausgedrückt wird.

3. Newton: „*Mutationem motus proportionalem esse...*“

Maltese hat sicherlich damit recht, daß er den Ausdruck „mutatio motus“ durch die Bewegungsdifferenz $\Delta(mv)$ wiedergibt. Die in Malteses Formel (2) ohne jede Begründung angenommene *Gleichheit* von Kraft F und Bewegungsänderung $\Delta(mv)$ stimmt aber mit Newtons Axiom II *nicht* überein. Newton setzt nämlich Kraft und Bewegungsänderung *nicht gleich, sondern proportional*, so daß die korrekte Newton'sche Beziehung

$$F \propto \Delta(mv) \quad (3)$$

zu bilden ist. Hierin steht das Zeichen \propto für *proportional*.

Was bedeutet „*proportional*“? Es bedeutet, daß dem Vielfachen der veränderlichen Kraft F stets ein ebensolches Vielfaches an Bewegungsänderung $\Delta(mv)$ entspricht. Dem Zweifachen der Variablen F entspricht also eine Verdoppelung der Variablen $\Delta(mv)$, dem Dreifachen der Kraft das Dreifache von $\Delta(mv)$ usw. Demgemäß definiert man mathematisch die Proportionalität so, daß man sagt, zwei Größen sind dann proportional, wenn ihr Verhältnis zueinander konstant ist. Es gilt dann also für unser Beispiel:

$$F : \Delta(mv) = \text{konstant} = c \quad (4)$$

Die Konstante, hier durch den Buchstaben c symbolisiert, ist der sogenannte *Proportionalitätsfaktor*.

Es ist offensichtlich, daß diese Darstellung (4) des Newton'schen Axioms II weder mit derjenigen von Maltese (2), noch mit dem Grundgesetz der Schulmechanik (1) übereinstimmt, weder formal, noch inhaltlich.

Da wir die Bewegungsänderung $\Delta(mv)$ als Differenz zweier Bewegungszustände $(mv_2 - mv_1)$ definiert hatten, so resultiert für den Fall, daß der Körper *vor* der Annahme des Bewegungszustands mv_2 zunächst in *Ruhe* war (also mit $mv_1 = \text{Null}$), die Gleichung $\Delta(mv) = mv_2$, anders und einfacher gesagt: Die Bewegungsänderung „mutatio motus“ ist dann durch das Maß der Bewegung mv *direkt* gegeben, die der Körper angenommen hat. Wir können also in einfachster Form schreiben:

$$F \propto mv \text{ bzw. } F : mv = c; F = mv \times c \quad (5)$$

Dazu sei angemerkt, daß diese Proportionalität von bewegender Kraft und erzeugter Bewegung ein durchaus bekannter Gegenstand der Mechanik des 17. Jahrhunderts schon vor Newtons *Principia* war¹⁰. Newton hat tatsächlich mit dem Axiom II gar nichts revolutionär Neues vorgestellt, und für das Axiom I, das sogenannte Trägheitsgesetz, gilt ganz dasselbe. Newton selbst schreibt die Kenntnis der beiden ersten Axiome ausdrücklich Galilei zu¹¹.

4. Die newtonische Konstante und das Maß des Raumes und der Zeit

Den soeben ermittelten Proportionalitätsfaktor, die Konstante c , hat Newton in den *Principia* zwar *implizit* mitgeteilt – eben in Gestalt der *Proportionalität* von F und mv –; er hat aber diese Konstante (aufgrund seiner Rede von *Proportionen* anstatt von Gleichungen) nicht so in Gleichungsform *explizit* gemacht, wie das hier vorgeführt wurde. Dennoch ist diese Konstante in den *Principia* exakt identifizierbar. Wir finden sie zum Beispiel im *Lemma X* zu den Bewegungsgesetzen, wo Newton sinngemäß die elementare viergliedrige Proportion

$$\begin{aligned} &\text{bewegende Kraft } F \text{ zu erzeugter Bewegung } mv = \\ &= \text{Wegelement } L \text{ zu Zeitelement } T \end{aligned} \quad (6)$$

verwendet. Dabei repräsentieren L und T die *kleinsten* oder *ersten* Teile des Weges und der Zeit, die ein Körper beim Übergang vom Zustand der Ruhe in den Zustand der Bewegung zu allererst durchläuft¹². Da die Beziehung (6) ebenso wie Gleichung (5) eine *Proportion* zwischen den Variablen „Kraft“ und „Bewegung“ enthält, ist der daraus resultierende Faktor „Wegelement zu Zeitelement“ definitionsgemäß *konstant*, d.h. er muß aus gleichfalls konstanten, unveränderlichen elementaren Teilen von „Weg“ L und „Zeit“ T gebildet sein. Ich nenne ihn „*newtonische Konstante*“. Aus den Gleichungen (5) und (6) erhalten wir für diese Konstante c das Maß

$$c = L/T \quad (7)$$

In diesem Faktor L/T repräsentiert nun die kleinste Länge L nichts anderes als das Maß des *absoluten Raumes*, den Newton meint.

Allgemein wird freilich der Raum als *dreidimensional* aufgefaßt und durch das *variable* Produkt aus Länge mal Breite mal Höhe eines *Körpers im Raum* gemessen, also durch das Maß „Länge hoch drei“ (L^3). Eine kleine Überlegung zeigt aber, daß dieses Maß immer dasjenige eines *relativen* Raumes im Sinne Newtons ist. Newton definiert den relativen Raum als „veränderlichen Ausschnitt“ des absoluten Raumes, „welcher von unseren Sinnen durch seine Lage in Beziehung auf Körper bestimmt wird“¹³. Das geometrische Maß eines solchen *veränderlichen* Raumes wird sicherlich stets durch das variable Maß „Länge mal Breite mal Höhe“ gegeben sein. Dieses Maß grenzt den *relativen* Raum gegen den *unveränderlichen absoluten* Raum außer ihm ab, von dem er ein Ausschnitt ist. Dieser *absolute Raum* aber, der nach Newton *unveränderlich, unendlich und unbegrenzt ist*, im Verhältnis zu dem es also auch kein „außerhalb“ gibt, kann demnach nicht durch ein solches *variables* Maß gemessen werden. Sein charakteristisches geometrisches Maß muß eine *Konstante* sein und kann sich, da dieser unendliche Raum definitionsgemäß keine äußeren Abmessungen hat, nur *aus seiner inneren Struktur* ergeben.

Die newtonische Struktur des Raumes ist aber dadurch gekennzeichnet, daß der absolute Raum sich aus *Teilen* zusammensetzt, welches die *Orte* sind, von deren einem zu deren anderem sich Körper *wirklich* oder *absolut* bewegen¹⁴. Es wird also einen endlichen unveränderlichen „kleinsten Weg“ zwischen unmittelbar benachbarten Orten im Raum geben

müssen; und dieser Weg, diese „kleinste Länge“ L ist das (*eindimensionale!*) geometrische Maß des absoluten Raumes.

5. *Die Unterdrückung der newtonischen Konstante oder:
von Newton zu Leibniz*

Ich hatte eingangs behauptet, daß die Newton'sche Bewegungslehre im Lauf des 18. Jahrhunderts durch Leibniz'sche Prinzipien unterwandert wurde. Es ging bei dieser Unterwanderung um das *Kausalgesetz*. Die newtonische Gleichung (5) repräsentiert das Prinzip der Erzeugung einer *Wirkung* „Bewegung“ (mv) durch die erzeugende *Ursache* „Kraft“ (F)¹⁵. Eliminiert man den Proportionalitätsfaktor c , so reduziert sich das Gesetz auf die *Gleichheit* von Kraft und Bewegung, von Ursache und Wirkung. *Causa aequat effectum* oder: *die Ursache ist der Wirkung gleich*. Das ist das sogenannte „Erste mechanische Axiom“ der *Leibniz'schen* Bewegungstheorie¹⁶.

Setzt man nun für die „Kraft“ dasjenige mathematische Konstrukt ein, welches Leibniz in seinem *Specimen Dynamicum* von 1695 als sogenannte „tote Kraft“ vorstellte¹⁷, so erhält man im Ergebnis genau die Gleichung (1).

Damit wäre bewiesen, daß diese Gleichung aus der Unterwanderung der Lehre Newtons durch die Leibniz'schen Prinzipien „*causa aequat effectum*“ und „tote Kraft“ hervorgegangen ist. Ich füge hinzu, daß das *Kausalgesetz* Newtons hiermit auf eine *akausale*, nur noch *mathematisch-funktionale* und *instantane* Beziehung zwischen gleichartigen Größen reduziert wurde¹⁸. Denn mit der angenommenen *Gleichheit* von *causa* und *effectus* verliert das Gesetz bei näherer Betrachtung jeden kausalen Sinngehalt¹⁹.

II. Folgerungen für Bewegungslehre, Physik und Philosophie

1. *Absolute gegen relative Bewegung (Galilei und Newton gegen Leibniz und Einstein): ein Kampf gegen Windmühlenflügel?*

Mit den *Principia* von 1687 verfolgte Newton die Absicht zu zeigen, wie man

„wahre Bewegungen aus ihren Ursachen, ihren Wirkungen und ihren scheinbaren Unterschieden, und umgekehrt, wie man aus den wahren oder scheinbaren Bewegungen deren Ursachen und Wirkungen ermitteln kann“,

und er beschließt dies mit dem Satz: „Denn zu diesem Zweck habe ich die folgende Abhandlung verfaßt“²⁰:

„Hunc enim in finem tractatum sequentem composui“; so zitiert Max Jammer diesen letzten Satz in der Originalfassung, und er schreibt dazu²¹:

„Die Existenz wahrer Bewegung und des absoluten Raumes zu beweisen, das ist das Programm der *Principia*.“

Setzen wir dagegen, was Albert Einstein 1930 über die Bewegung schreibt. Ich zitiere aus einem wenig bekannten, populär gefaßten Artikel Einsteins²²:

„Jede Bewegung kann ihrem Begriffe nach nur als ‘relative’ Bewegung gedacht werden, d.h. um die Bewegung eines Körpers zu beschreiben, muß ich sagen, *in Bezug auf welchen anderen Körper* der erste bewegt ist. Führt ein Eisenbahnzug auf dem Bahndamm, so kann ich die beobachtete Bewegung auf den Bahndamm als ‘Bezugskörper’ beziehen: Der Wagen bewegt sich dann relativ zum Bahndamm; ich kann aber auch den Wagen als Bezugskörper benutzen; dann bewegt sich der Bahndamm relativ zum Wagen. Dies hat man zu allen Zeiten gewußt, es ist selbstverständlich.“

Wer hat recht? Einsteins Darstellung, so merkwürdig die Rede vom bewegten Bahndamm erscheinen mag, stimmt doch mit der alltäglichen naiven Erfahrung sicherlich überein. Dem widerspricht auch Newton nicht. Die Frage ist für Newton aber die, ob es unabhängig von dieser Alltagserfahrung mit relativen Bewegungen eine *wirkliche* Bewegung, eine Bewegung „an sich“ erkenn- und beweisbar *gibt*, so daß man etwa zu Einsteins Beispiel sagen könnte: Die Bewegung des Wagens auf dem Bahndamm ist *wirklich*, die Bewegung des Bahndamms relativ zum Wagen ist *nur Schein*.

Die Fragestellung Newtons steht in engstem Zusammenhang mit der *Copernicanischen Revolution* des abendländischen Weltbildes und der Konstituierung einer wirklichkeitsbezogenen Naturphilosophie. Copernicus behauptete – entgegen der Alltagserfahrung des scheinbaren täglichen Sonnenauf- und Sonnenuntergangs –, daß die Erde um die ruhende Sonne kreise. Und Galilei setzte alles daran, diese Bewegung der Erde zu *beweisen* – die natürlich eine *absolute*, eine *wirkliche* Bewegung im Sinne Newtons sein muß, wenn es sie denn wirklich geben soll. Johann Wolf-

gang von Goethe hielt sie für bewiesen. Sein Gesprächspartner Kanzler von Müller zitiert ihn mit folgendem Ausspruch²³:

„Die größten Wahrheiten widersprechen oft geradezu den Sinnen, ja fast immer. Die Bewegung der Erde um die Sonne – was kann dem Augenschein nach absurder sein? Und doch ist es die größte, erhabenste, folgenreichste Entdeckung, die je der Mensch gemacht hat, in meinen Augen wichtiger als die ganze Bibel.“

Im Gegensatz dazu schreibt Ernst Cassirer 1904, in einem Vorwort zu einer Ausgabe des Schriftwechsels zwischen Leibniz und dem Newtonianer Samuel Clarke, das Folgende²⁴:

„Die Bewegung ist die relative Veränderung der Lage zweier Körper untereinander. Ohne die Angabe eines Bezugskörpers, relativ zu dem die Verschiebung erfolgt, verliert der Begriff jeden Sinn und jede Anwendung. Leibniz führt diesen Gedanken zur letzten und schärfsten Konsequenz, indem er den Gegensatz zwischen dem Copernicanischen und dem Ptolemäischen Weltsystem vom logischen Standpunkt aus aufhebt: es ist völlig dasselbe, ob man zur Darstellung der kosmischen Bewegungserscheinungen den Koordinatenmittelpunkt in die Sonne oder die Erde verlegt. Wenn also unter den verschiedenen Hypothesen, die zur Darstellung von Bewegungserscheinungen ersonnen werden können, keine philosophische gültige Auswahl und Entscheidung getroffen werden kann, dann ist Galileis Kampf für das „wahre“ Weltsystem, in dem die Verfassung des Universums mit eindeutiger Bestimmtheit umschrieben und festgestellt ist, ein Kampf um Schatten gewesen.“

Relativisten beziehen „Bewegung“ immer – materialistisch – *auf Körper*.

Carl Friedrich von Weizsäcker als Physiker und Philosoph in unserer Zeit modifiziert die Auffassung Cassirers nur unwesentlich. Er schreibt 1985 in „Aufbau der Physik“, man könne „dieselben Bewegungen nach Belieben geozentrisch oder heliozentrisch beschreiben“, und er schließt sich dem relativistischen Argument an, daß der Versuch einer Unterscheidung zwischen absoluter und relativer Bewegung „sinnlos“ sei²⁵.

Das ist die herrschende Auffassung der Physiker in Ost und West²⁶. Leibniz und Einstein hätten gegen Newton recht. Newton hätte mit den *Principia* ein sinnloses Unternehmen verfolgt, insoweit es dabei um die Unterscheidung der absoluten von der relativen Bewegung ging, und Galilei wäre ein Don Quichotte gewesen (um Cassirers Bild vom „Kampf gegen Schatten“ oder eben gegen Windmühlenflügel aufzunehmen). Ich behaupte: Auf *dieser* Grundlage ist die Copernicanische Revolution – vorerst – gescheitert.

Warum die Einschränkung „vorerst“? Sie erscheint geboten, weil die erst jetzt entschlüsselte *authentische* Bewegungslehre Newtons von der modernen Experimentalphysik so deutlich bestätigt wird, daß sie – und damit das Konzept der absoluten Bewegung im absoluten Raum und in der absoluten Zeit – als bewiesen gelten darf. Im Ergebnis behält Newton – der richtig verstandene *authentische* Newton – recht.

Für diese Behauptung hier nur folgendes Beispiel. Die moderne Physik verwendet in Einsteins Relativitätstheorie und in der Quantenmechanik Konzeptionen einer dort „Energie“ genannten physikalischen Größe E , die mit der vorstehend entwickelten Konzeption der newtonischen Kraft „vis motrix impressa“ übereinstimmt. Diese „Energie“ E ist nämlich, ebenso wie Newtons „Kraft“, zur Bewegungsgröße mv *proportional*, wobei die Bewegungsgröße jetzt *Impuls* heißt und durch p symbolisiert wird. Es gelten die Beziehungen²⁷

$$E \propto p ; E/p = c [L/T] ; E = p \times c \quad (8)$$

ganz analog zu der newtonischen Gleichung (5), zumal der Proportionalitätsfaktor c *exakt dasselbe geometrische Maß „Raumelement durch Zeitelement“ bzw. L/T aufweist, welches wir für die newtonische Konstante ermittelt haben. Das Letztere ist der entscheidende Punkt.*

Bekanntlich trägt die Proportionalitätskonstante der Gleichung (8) in der modernen Physik den Namen „Vakuumlichtgeschwindigkeit“. Aber Name ist Schall und Rauch. Beziehen wir entschieden eine *realistische* Position im Sinne Newtons, so können wir diese Konstante aufgrund ihres geometrischen Maßes „Raum durch Zeit“ vollständig mit der *newtonischen Konstante* identifizieren. Wir haben dann also den Quotienten L/T , d.h. die oben ermittelten elementaren Maße des absoluten Raumes und der absoluten Zeit, als *essentielle Bestandteile der modernen Physik* nachgewiesen. Die Gleichung (8) erkennen wir nun als *Gesetz der absoluten Bewegung im Bezugssystem aus absolutem Raum und absoluter Zeit*²⁸.

Galilei war kein Don Quichotte. Mit dem Realisten Newton, dem *authentischen* Newton, behält er in der modernen Physik gegen die Rationalisten und Relativisten²⁹ Leibniz und Einstein recht.

2. Naturphilosophie gegen technische Physik

Newtons Frage nach der erkennbaren Wirklichkeit der Bewegung ist eine eminent *philosophische Frage*. Ich behaupte, daß es die *Wahrheitsfrage* ist. Die Bewegung, sei es der Himmelskörper, sei es der irdischen Phänomene bis hin zur Bewegung der Tiere und Menschen, stellt sicherlich die allererste Herausforderung an den menschlichen Verstand dar. Da sie der naiven alltäglichen Erfahrung stets nur als relative Lageveränderung von *Körpern* erscheint, weil die Sinne nach einem *körperlichen* Bezugsobjekt suchen, aber ein wirklich ruhender „Bezugskörper“ – wie die Physiker sagen – nicht existiert, so hängt die Frage nach der Wirklichkeit und Wahrheit der Welt überhaupt untrennbar mit dem Nachweis wirklicher oder absoluter Bewegung und ihrer Unterscheidbarkeit vom bloßen Schein zusammen. Der Rationalismus zieht die relativistische Sicht, daß eine solche Unterscheidung unmöglich sei, notwendig nach sich²⁹. Newton beweist das Gegenteil mit Hilfe der Konzeption des ruhenden absoluten Raumes, der mit der absoluten Zeit das Bezugssystem der absoluten körperlichen Bewegung ist. Die moderne Physik liefert für seine physikalische Realität den experimentellen Beweis³⁰.

Die Physiker, die insgesamt, gegen die Lehre ihres vorgeblichen Ahnherrn Newton, Bewegung ausschließlich entsprechend der naiven Alltagserfahrung mit Einstein als *relatives* Phänomen behandeln und *Raum und Zeit nicht als absolute (konstante), sondern nur als variable relative Größe kennen*, betreiben keine Naturphilosophie, sondern eine empiristische technische Kunst³¹. Deren Geltungskriterium heißt – konsequent – nicht *Wahrheit*, sondern *Erfolg*. Den Physikern geht es deshalb nicht darum, zu wissen, was man wissen kann, sondern zu machen, was man machen kann. Mit einem bissigen Wort von Hans-Peter Dürr geht es ihnen gar nicht um Wissenschaft, sondern um Machenschaft³², um Kunstfertigkeiten, um *Technik* im griechischen Wortsinn.

Wer diese Entwicklung so kritisch sieht wie Hans-Peter Dürr – und das sind viele –, der sollte nach einem philosophischen Standort suchen, von dem aus er seine Kritik begründen kann. Ich denke, daß die *wahre* Naturphilosophie, die über die technische Machenschaft Physik hinausführt, diejenige Newtons ist – des *authentischen* Newton (was wegen der anhaltenden Vereinnahmung seines Namens für die in Wahrheit Leibniz zuzuschreibende klassische Mechanik immer wieder betont werden muß).

3. Newton, der Rationalismus und der „Kampf gegen Gott“

Newton vertritt eine radikal *realistische* philosophische Position. Dieser Realismus schließt – anders als der philosophische Materialismus –, die Anerkennung der Wirklichkeit und physikalischen Wirksamkeit *immaterieller* Entitäten wie „Raum“, „Zeit“ und „Kraft“ ein³³. Da diese immateriellen Entitäten der unmittelbaren sinnlichen Anschauung nicht zugänglich und insofern nach philosophischem Sprachgebrauch *transzendent* sind, bezeichne ich Newtons Naturphilosophie als *transzendenten Realismus*. Newton hat diese Philosophie in bewußtem Gegensatz zum Rationalismus des René Descartes entworfen³⁴, dessen „*Principia philosophiae*“ von 1644 das europäische geistige Klima in der Mitte des 17. Jahrhunderts bestimmten und bis heute beeinflussen. Newton hatte die materialistischen und atheistischen Implikationen des Rationalismus erkannt³⁵, für dessen späteren Siegeszug Papst Johannes Paul II. kürzlich das Schlagwort „Kampf gegen Gott“ geprägt hat³⁶. Newton schreibt deshalb in dem *Scholium Generale*, welches er an das Ende der zweiten *Principia*-Ausgabe von 1713 setzte, daß die *Rede von Gott unbedingt zur Naturphilosophie gehört*³⁷.

Was die newtonische philosophische Bewegungslehre mit Gott zu tun hat, wird man sicherlich nur erfahren, wenn man sich an den *authentischen* Newton hält. Daß sie in der Tat mit Gott zu tun hat, wollen wir einem der Bigotterie unverdächtigen Gewährsmann abnehmen, der dennoch kein Atheist war: Es ist Voltaire. Dieser Aufklärer Voltaire war ein überzeugter Newtonianer – gegen die Leibniz'sche Philosophie³⁸. Seine Geliebte, die Marquise Gabrielle Emilie du Châtelet, übertrug 1746 unter Voltaires Einfluß Newtons *Principia* aus dem Lateinischen in die noch heute gültige französische Fassung. In seinem *Philosophischen Wörterbuch* von 1765 schreibt Voltaire unter dem Stichwort „Atheismus“³⁹:

„Der Religionslehrer erzählt den Kindern Märchen von Gott; Newton *beweist ihn* den Philosophen.“

Schlußwort

Am 30. Juni 1987 fand in London eine Festveranstaltung der *Royal Society* statt, aus Anlaß der 300. Wiederkehr des Erscheinens von Newtons *Principia*. In seinem Eröffnungsvortrag sagte der Historiker A. Rupert Hall: „I hope it may not be said that our generation has buried Newton under a mass of paper, but rather that we have brought the true Newton to light.“⁴⁰

Ich sehe die Entschlüsselung der *newtonischen Konstante* als einen Beitrag zu dem Unternehmen, den wahren Newton – oder eben: *die Wahrheit über Newtons Bewegungslehre* – ans Licht und zur Geltung zu bringen.

Anmerkungen

- 1 Im Folgenden wird stets die jüngste deutschsprachige Auswahlgabe zitiert: Isaac Newton, *Mathematische Grundlagen der Naturphilosophie*, hrsgg. v. Ed Dellian, Hamburg (Felix Meiner Verlag) 1988.
- 2 Vgl. Paolo Casini, *Newton's Principia and the philosophers of the Enlightenment*, in: *Newton's Principia and its legacy*, hrsgg. v. D.G. King-Hele und A.R. Hall, London (The Royal Society) 1988, S. 35 ff (48). Vgl. dazu näher Giulio Maltese, *La Storia di „F = ma“*, Firenze (Olschki) 1992.
- 3 Ich habe diesem Proportionalitätsfaktor den Namen *newtonische Konstante* erstmals 1985 gegeben; vgl. Ed Dellian, *Die Newtonische Konstante*, *Philos.Nat.* 22, Nr. 3 (1985), S. 400 und ders., *Newton, die Trägheitskraft und die absolute Bewegung*, *Philos.Nat.* 26, Nr. 2 (1989), S. 192.
- 4 Siehe dazu das Kapitel „Raum und Zeit“ in Ernst Cassirer, *Leibniz' System*, Hildesheim (Georg Olms) 1980, S. 245 ff.
- 5 Vgl. Ernst Mach, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung*, Frankfurt a.M. (Minerva) 1982, S. 216 ff.
- 6 Ernst Mach aaO., S. 269 f. (unter Bezugnahme auf Newtons *Corollar V* zu den Bewegungsgesetzen, das Mach allerdings willkürlich interpretiert).
- 7 Isaac Newton, *Principia*, S. 53.
- 8 Eduard Jan Dijksterhuis, *Die Mechanisierung des Weltbildes*, Berlin (Springer) 1983, S. 528.
- 9 Vgl. Anm. 2 a.E. Maltese stützt sich im wesentlichen auf Arbeiten von Hankins, *The reception of Newton's second law of motion in the eighteenth century*, *Arch.Int.d'Hist.des Sci.* 78-79 (1967), S. 43-65, und Truesdell, *Essays in the History of Mechanics*, New York (Springer) 1968, S. 85-183.
- 10 Vgl. dazu beispielsweise John Wallis, *Mechanica sive de Motu Tractatus*

- Geometricus, London 1670, und Jacques Rohault, *Traité de Physique*, Paris 1671. Ernst Mach aaO. S. 285 identifiziert dieses Prinzip richtig bei Galilei.
- 11 Siehe Isaac Newton, *Principia*, S. 64.
 - 12 Lemma X enthält zunächst die Proportion „Weg zu Zeitquadrat = konstant“; diese entspricht (gemäß Lemma V) der Proportion „Geschwindigkeit zu Zeit = konstant“. Wiederum nach Lemma X, Corollar 4, gilt „Kraft zu Weg = konstant“. Die Zusammensetzung ergibt „Kraft zu Weg = Geschwindigkeit zu Zeit“ (I). Dieses Verhältnis (I) gilt, wie Newton sehr betont, nur „ipso motus initio“, d.h. nur am unmittelbaren Anfang (des Entstehens) einer Bewegung; denn im weiteren gilt – wie das Zweite Bewegungsgesetz Newtons sagt – die Proportionalität von Kraft und Bewegung. Diese gewinnt man durch Umstellung aus (I) wie folgt: „Kraft zu Geschwindigkeit (bzw. Bewegung) = erster Weg zu erster Zeit“ (II). – Die Beziehung (I) liegt auch der Leibniz’schen Kräftelehre zugrunde. Leibniz wendet sie jedoch nicht nur (wie Newton) „ipso motus initio“ an, sondern allgemein. So gewinnt er aus (I) durch Umstellung das Kraftmaß „Kraft = Geschwindigkeit mal Weg durch Zeit“, d.h. „Kraft = Geschwindigkeitsquadrat“ bzw. mit mv für „Bewegung“ das Maß „Kraft = mv^2 “ – das bekannte Maß der Leibniz’schen „lebendigen Kraft“.
 - 13 Isaac Newton, *Principia*, S. 44.
 - 14 Siehe Isaac Newton, *Principia*, S. 44, 46, 51, 227 f.
 - 15 Newtons Verständnis von „Kraft“ als „Ursache“ und „Bewegung“ bzw. „Bewegungsänderung“ als „Wirkung“ ergibt sich z.B. aus dem *Principia*, S. 52, wie oben auf S. 34 zitiert.
 - 16 Siehe Leibniz’ Schrift „De Arcanis Motus et Mechanica ad puram Geometriam reducenda“ sowie Cassirer aaO., S. 310 f.
 - 17 G.W. Leibniz, *Specimen Dynamicum*, hrsgg. v. H.G. Dosch u.a., Hamburg (F. Meiner) 1982, S. 11, 12, 108, 109.
 - 18 Das hat z.B. Ernst Mach richtig gesehen, der überhaupt den Begriff der „Kausalität“ durch den der „Funktion“ ersetzen wollte, und der in Bezug auf die Schulmechanik behauptete: „In der Natur gibt es keine Ursache und keine Wirkung“ (aaO., S. 459) – sondern nur funktionale (logische) Zusammenhänge, die zwangsläufig auch gleichzeitig (instantan) sind.
 - 19 Es liegt auf der Hand, daß „Ursachenforschung“, wie Newton sie meinte (vgl. Anm. 15), keinen Sinn hätte, wenn Ursache und Wirkung ununterscheidbar ein und dasselbe wären.
 - 20 Isaac Newton, *Principia*, S. 52.
 - 21 Max Jammer, *Das Problem des Raumes*, Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft) 1980, S. 125.
 - 22 Albert Einstein, *Relativitätstheorie*, Reclam praktisches Wissen, Leipzig 1930, S. 5-8.
 - 23 Ich zitiere Goethe nach Erwin Chargaff, *Warnungstafeln*, Stuttgart (Klett-Cotta) 1982, S. 166.
 - 24 Siehe G.W. Leibniz, *Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie*, hrsgg. v. Ernst Cassirer, Hamburg (F. Meiner) 1966, Bd. I, S. 108 ff., 110.
 - 25 Siehe Carl Friedrich von Weizsäcker, *Aufbau der Physik*, München (Hanser) 1985, S. 257.

- 26 Es scheint mir bemerkenswert, daß dies *auch im Osten*, in den Ländern des materialistischen Realismus, die herrschende Auffassung war; vgl. dazu Meyers Neues Lexikon, Leipzig (VEB Bibliographisches Institut) 1961 unter „Bewegung 2. Mechanik“.
- 27 Siehe Max Born, Die Relativitätstheorie Einsteins, Berlin (Springer) 1984, S. 245 ($Mv = E/c$, d.h. $E/Mv = c$), und für die Quantenmechanik H. Haken und H.C. Wolf, Atom- und Quantenphysik, Berlin (Springer) 1983, S. 49 (Quantenenergie E des Photons $= h\nu = p \times c$; d.h. also $E/p = c$).
- 28 Die Beziehung $E/p = c$ mit der Konstante c (Dimension „Raum durch Zeit“) erweist sich *deshalb* als Gesetz der *absoluten* Bewegung p , weil sie in Gestalt der Konstante das *ausgezeichnete raumzeitliche Bezugssystem* angibt, in dem sie gilt. Die Konstante c ist der bestimmende Parameter der Metrik dieses Bezugssystems, welche die Proportionalität von E und p gewährleistet.
- 29 Ebenso Ernst Cassirer, wie oben in Anm. 24 zitiert, aaO., S. 112: „Der Relativismus selbst ist es, der den Rationalismus der Wissenschaft voraussetzt und fordert.“ – Da aber der Relativismus eine Konsequenz empiristischer, auf die sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen fixierter Naturbetrachtung ist, so zeigt sich, daß eben auch Rationalismus und Empirismus gar keine Gegensätze sind, sondern einander bedingen (dies *gegen* Cassirer). Der Gegensatz zwischen Leibniz und Newton ist nicht auf die Formel „Empirismus gegen Rationalismus“ zu bringen und auch nicht mit der von Lenin in „Materialismus und Empiriekritizismus“ gebrauchten Gegenüberstellung von Materialismus und Idealismus zu fassen, wie die relativistische Konsequenz des Materialismus (vgl. oben Anm. 26) beweist. Wir haben es vielmehr mit der Alternative zwischen *Rationalismus* (Leibniz) und *Realismus* (Newton) zu tun, zwischen technischer analytischer Mechanik und Naturphilosophie.
- 30 Solche Beweise liefern z.B. – ohne es vorerst zu wissen – diejenigen Experimentalphysiker, die sich mit der Struktur und den Fluktuationen des Vakuums befassen; vgl. z.B. Rafelski-Müller, Die Struktur des Vakuums, Thun (Deutsch) 1985.
- 31 Die Philosophie der Wissenschaft ist der Rationalismus, zu dem die empiristische Haltung und Methode keinen Gegensatz darstellt, sondern eine notwendige Konsequenz (vgl. Anm. 29). Da der Rationalismus in der Bewegungslehre der Wahrheitsfrage ausweicht, so läßt sich, wenn andererseits die Philosophie mit Wahrheitssuche zu tun hat, der Siegeszug des neuzeitlichen Rationalismus seit Descartes (und damit der technischen Naturwissenschaft) mit dem Untergang der Philosophie (als Wahrheitssuche) in Verbindung bringen. Daß der Fortschritt der Naturwissenschaft mit dem Rückgang der Philosophie korrespondiert, trifft jedenfalls mit Blick auf die Entwicklung der *Naturphilosophie* seit Newton sicherlich zu.
- 32 Siehe Hans-Peter Dürr, Das Netz des Physikers, München (Hanser) 1988, S. 10 f.: „(Wissenschaftler) bezeichnen ihr Tun als *Wissen-schaft*, wo dieses doch eigentlich schon lange zur *Machen-schaft* geworden ist.“
- 33 Das Eintreten Newtons für die Anerkennung der Realität immaterieller Entitäten wird im Schriftwechsel des Newtonschülers Samuel Clarke mit Leibniz besonders deutlich sichtbar. Vgl. Samuel Clarke, Der Briefwechsel

- mit G.W. Leibniz von 1715/1716, hrsgg. von Ed Dellian, Hamburg (F. Meiner) 1990, insbes. S. LXIX. Ebenso auch Cassirer, wie in Anm. 24 zitiert, S. 113 ff.
- 34 Die gegen Descartes orientierte Richtung der Philosophie Newtons zeigt Roger Cotes in seinem Vorwort zur zweiten Ausgabe (1713) der *Principia* auf (in Isaac Newton, *Principia*, S. 14, 25 ff.); ebenso Colin Maclaurin, *An Account of Sir Isaac Newton's Philosophical Discoveries*, Hildesheim (Olms) 1971.
- 35 Vgl. Roger Cotes, aaO., S. 29 ff., 33 f.
- 36 Johannes Paul II., *Die Schwelle der Hoffnung überschreiten*, Hamburg (Hoffmann und Campe) 1994, S. 161.
- 37 Isaac Newton, *Principia*, S. 229.
- 38 Man denke nur an Voltaires Erzählung *Candide*, in der die Leibniz'sche Philosophie ad absurdum geführt wird.
- 39 Voltaire, *Philosophisches Wörterbuch*, Frankfurt a.M. (Insel) 1985, S. 57, 64-66.
- 40 A.R. Hall, *Newtonianism after 300 years*, in: *Newton's Principia and its legacy*, London (The Royal Society) 1988, S. 7.

Anschrift des Verfassers:

Ed Dellian
Bogenstraße 5
D-14169 Berlin