

Klett-Cotta Sonderdruck

aus:

Hegels Philosophie der Natur

Herausgegeben von
Rolf-Peter Horstmann
und
Michael John Petry

Klett-Cotta
1986



Relative und absolute Bewegung in der Relativitätstheorie und in der Deutung Hegels

I.

Fundamental für die klassische Mechanik ist das Galileische *Relativitätsprinzip der Bewegung*, wonach die als ruhend betrachtete Bezugsinstanz von Bewegung ebenso (in bezug auf eine andere Instanz) als bewegt betrachtet werden kann. Der Bewegungszustand ist danach abhängig von der jeweiligen Bezugsinstanz und infolgedessen *nichts Absolutes*. Entscheidend für die Entwicklung der Einsteinschen *Relativitätstheorie*¹ war nun paradoxerweise gerade die Entdeckung einer *absoluten* Bewegung², nämlich der des Lichts. Ihre Absolutheit besteht darin, daß sie *nicht* dem Relativitätsprinzip der Bewegung unterliegt, so daß ihre Geschwindigkeit *unabhängig* von der jeweiligen Bezugsinstanz ist. Für diese selbst ist dabei vorausgesetzt, daß keine äußeren Kräfte auf sie einwirken, sie sich also *inertial* verhält, d. h. nur ihrer eigenen Trägheit (‘inertia’) folgt. Die Unabhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der jeweiligen Inertialinstanz bedeutet konkret, daß ihr Betrag in bezug auf *beliebige* Inertialinstanzen (bei gleicher Metrik) stets *gleich* ist. Dieses Prinzip, auch als *Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit* bezeichnet, hat insbesondere zur Folge, daß die Geschwindigkeit des Lichtes nicht null werden kann. Das Licht kann nur bewegt sein; es selbst stellt nichts Ruhendes dar und hat darum, wie man auch sagt, *keine Ruhmasse*.

Die Leistung der Einsteinschen Relativitätstheorie von 1905, die wegen der Beschränkung auf Inertialinstanzen als *spezielle Relativitätstheorie* bezeichnet wird — nur von dieser ist im gegenwärtigen Zusammenhang die Rede —, besteht wesentlich darin, daß sie jene beiden unvereinbar erscheinenden Prinzipien — die *Relativität* ‘normaler’ Bewegungen und die *Absolutheit* der Lichtbewegung — in einer mathemati-

1 Instruktiv hierzu immer noch M. Born (1969), Die Relativitätstheorie Einsteins, Berlin/Heidelberg/New York 1969, bes. Kap. V u. VI.

2 M. Wertheimer (1959), Produktives Denken, Frankfurt/M. 1959, hat insofern in gewissem Sinne recht mit seiner Bemerkung, daß Einsteins ‘Relativitätstheorie’ auch als eine ‘Absolutheitstheorie’ bezeichnet werden könnte (205).

schen Theorie formal konsistent zu verbinden vermochte. Die Frage nach der *Begreiflichkeit* einer solchen *coincidentia oppositorum* ist ein anderes Problem, das auch durch Einsteins Plausibilitätsüberlegungen zur Bezugssystemabhängigkeit der Gleichzeitigkeitsdefinition nicht geklärt worden ist³. Stein des Anstoßes bleibt in jedem Fall die Absolutheit der Lichtbewegung, die nach dem geläufigen Verständnis von Bewegung überhaupt nur relativ gedacht werden zu können scheint. Mit Hilfe von Symmetrieüberlegungen (sowie der Annahme der Zeitfolgeinvarianz kausal verknüpfter Ereignisse) läßt sich allerdings zeigen⁴, daß die Existenz einer absoluten Bewegung nicht nur nicht im Gegensatz zum Relativitätsprinzip steht, sondern sogar aus diesem *herleitbar* ist — ein außerordentlich befremdlicher Tatbestand, der für das philosophische Begreifenwollen eine Herausforderung darstellt. Eine naturphilosophische Deutung der (speziellen) Relativitätstheorie hätte also die Möglichkeit einer absoluten Bewegung und damit auch die Beziehung von absoluter und relativer Bewegung zu klären.

Dies soll im folgenden versucht werden, d. h. es soll dargelegt werden, daß auf diese Fragen von *Hegels Naturphilosophie* her tatsächlich eine Antwort gegeben werden kann — sicherlich eine überraschende These angesichts der verbreiteten Meinung, daß Hegels Naturphilosophie anachronistisch, abstrus, bestenfalls ‘Goethisch’ sei und zu einer Philosophie der Physik, schon gar der modernen, schlechterdings nichts beizutragen habe. Es wird sich aber zeigen, daß Hegel, auch wenn seine Polemik gegen Newton weithin unhaltbar ist⁵, in seiner Deutung des Lichts entscheidend über Newton hinausgeht und so bereits die *Sonderstellung* des Lichts erfaßt und naturphilosophisch begründet hat. Geht Newton noch von der naheliegenden Annahme aus, daß das Licht aus zwar kleinen, aber doch materiellen Partikeln besteht⁶, insistiert Hegel demgegenüber aus philosophischen Gründen darauf, daß das Licht nur in strikter Entgegensetzung gegen jede Form körperhafter Materialität zu denken sei. Ja, selbst die Wellentheorie des Lichts verfällt diesem Hegel-

3 Die Absolutheit der Lichtbewegung im Sinne einer vom Bezugssystem unabhängigen Geschwindigkeit ist hierbei schon *vorausgesetzt*, vgl. A. Einstein, L. Infeld (1956), Die Evolution der Physik, Hamburg 1956, 120.

4 Hierzu P. Mittelstaedt (1976), Der Zeitbegriff in der Physik, Mannheim/Wien/Zürich 1976, § 4.2 f.; D. Wandschneider (1982), Raum, Zeit, Relativität, Frankfurt/M. 1982, Kap. 5.5.

5 Vgl. M. J. Petry (1986), Hegels Verteidigung von Goethes Farbenlehre gegenüber Newton, in: M. J. Petry (ed.), Hegel und die Naturwissenschaften, Stuttgart 1986.

6 Nach heutiger Auffassung kann das Licht auch in Form von Partikeln (‘Photonen’) erscheinen, die aber ohne ‘Ruhmasse’ sind; d. h. die Lichtpartikeln können überhaupt nur bewegt sein, sie definieren also keinen sich in der Zeit identisch erhaltenden Ort (s. u.).

schen Verdikt (9.120 Zus.)⁷; zu Recht, wie man heute sagen muß, sofern sich damit noch Vorstellungen materieller Wellen in der Art von Wasserwellen, Schallwellen usw. verbinden. Alle Formen von Körperhaftigkeit sind, darin ist Hegel vom Standpunkt der heutigen Physik zuzustimmen, von der Auffassung des Lichts strikt fernzuhalten.

Die beiden Grundprinzipien der (speziellen) Relativitätstheorie sind, wie dargelegt, das der *Relativität ‚normaler‘ Bewegungen* und das der *Absolutheit der Lichtbewegung*. Das spektakuläre Novum der Relativitätstheorie ist dabei begreiflicherweise in der Sonderstellung des Lichts gesehen worden, die mit dem vertrauten klassischen Relativitätsprinzip schlechterdings unvereinbar zu sein schien. Man muß aber sehen, daß das klassische Relativitätsprinzip der Bewegung zwar altvertraut, aber darum nicht weniger begründungsbedürftig ist, auch wenn es von der neuzeitlichen Wissenschaft und Philosophie seit Galilei praktisch immer wie ein unbezweifelbarer Grundsatz behandelt worden ist. Selbst Kant unternimmt in seiner Schrift *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, die eine Klärung und Grundlegung der metaphysischen Voraussetzungen der Physik zum Ziel hat, keinen Versuch, das Relativitätsprinzip zu begründen⁸. Demgegenüber ergibt sich, wie zu zeigen sein wird, das kinematische Relativitätsprinzip in Hegels Argumentation als Konsequenz aus seiner Entwicklung des Bewegungsbegriffs. Dabei wird auch deutlich werden, daß die beiden Prinzipien der Relativitätstheorie sachlich zusammengehören und daß ein Verständnis des Absolutheitscharakters der Lichtbewegung nur im Kontext einer Klärung des Relativitätsprinzips selbst möglich ist.

II.

In diesem Sinne ist zunächst Hegels Bewegungsbegriff, wie er in der ersten Abteilung der *Naturphilosophie* unter dem Titel *Die Mechanik* entwickelt wird, näher darzulegen⁹: Der „Mangel des Raums“, der Hegel zufolge darin besteht, daß „das Negative“ in ihm „noch nicht zu seinem Rechte“ komme (9.48 Zus.), nötigt weiter zur Einführung des Zeit-

⁷ Zitiert wird nach der Hegel-Werkausgabe, ed. E. Moldenhauer, K. M. Michel, Frankfurt/M. 1969–71; 9.120 Zus. bedeutet „Bd. 9, S. 120, aus den „Zusätzen“.

⁸ Vgl. Kant (1786), *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, Akad.-Ausg. IV, 487. Rein konstatierenden Charakter haben auch die sog. ‚proto-physikalischen‘ Erwägungen bei P. Janich (1969), *Die Protophysik der Zeit*, Mannheim/Wien/Zürich 1969, 64.

⁹ Hierzu auch V. Höhle (1986), *Raum, Zeit, Bewegung in der Naturphilosophie Hegels*, in: M. J. Petry (ed.), *Hegel und die Naturwissenschaften*, Stuttgart 1986; Wandschneider 1982, 113 ff.

begriffs, der die in der räumlichen *Grenze* enthaltene Negativität — Übergang, Anderswerden, Veränderung — erst als solche zur Geltung bringt. Mit dem Gegensatz von positiver Räumlichkeit und negativer Zeitlichkeit ist nach dem Prinzip der Dialektik ferner auch die Synthese beider gesetzt, hier als die Kategorie des *Orts* als der „gesetzten Identität des Raumes und der Zeit“ (9.56). ‚Ort‘ hat für Hegel also, in Abweichung vom geläufigen Sprachgebrauch, nicht nur räumlichen, sondern *raum-zeitlichen* Sinn und entspricht so in etwa dem physikalischen Begriff des ‚Ereignisses‘.

Aufgrund seines auch zeitlichen Sinns involviert ‚Ort‘ stets auch Anderswerden, das auf der Stufe der ‚Mechanik‘ noch in gar keiner Weise qualitative, sondern nur räumliche Veränderung sein kann, d. h. Ortsveränderung oder *Bewegung*: Die Kategorie des Orts nötigt so zur Einführung der Kategorie der Bewegung. Doch Bewegung, Ortsveränderung kann nur in bezug auf einen *unveränderten Ort als Veränderung* bestimmt sein. Ortsveränderung und ein als unverändert, und das heißt im Sinne der ‚Mechanik‘ eben: als unbewegt oder *ruhend* bestimmter Ort gehören dialektisch zusammen. Ohne einen ruhenden Ort kann es keine Bewegung geben. Freilich: Wodurch ist ein Ort als ruhend bestimmt?

Nach dem Vorhergehenden muß die Antwort lauten, daß der Ort als ruhender wesentlich nicht mehr Anderswerden involviert, wie es in seiner ursprünglichen Bestimmung liegt (s. o.), sondern diese Negation seiner selbst ihrerseits negiert, Negation der Negation, Rückkehr zu sich oder *Fürsichsein* ist, konkreter: Der Ort ist dadurch als ruhend bestimmt, daß er sich in seinem Fürsichsein als diese punktuell einzelne Raumstelle in der Zeit erhält. Er ist so „für sich seiende Einzelheit“ (9.57). Der Charakter des Fürsichseins bedeutet, daß dem Ort nun Selbsterhaltung, Selbstidentität oder, mit dem traditionellen Begriff, *Substantialität* zukommt, wie sie physisch als *Materialität* erscheint. ‚Ort‘, als fürsichseiender, selbstidentischer Ort, ist hiernach wesentlich materieller Ort und umgekehrt: Materie konstituiert ‚Ort‘ als zeitlich selbstidentischen Ort, als ‚ihren‘ Ort. In dieser Weise impliziert die Kategorie des Orts die der Bewegung und weiter der Materie, die, wie dargelegt, als fürsichseiende Einzelheit oder geläufiger: als *materieller Körper* zu fassen ist. Der Charakter der Einzelheit entspricht dem Moment räumlicher Punktualität, der Charakter des Fürsichseins dem zeitlichen Moment als Erhaltung in der Veränderung. Die Materie ist so nicht nur „die gesetzte Identität des Raumes und der Zeit“ wie der Ort (9.56), sondern „die unmittelbar identische daseiende Einheit beider“ (9.56), die sich in der Zeit erhaltende Raumstelle, die als solche Bestehen, *Dasein* hat. Soviel zur Deutung des Verhältnisses von Ort, Bewegung und Materie, wie es von Hegel in § 261 der *Enzyklopädie* entwickelt wird.

Für den Bewegungsbegriff ergibt sich daraus die — bei Hegel nicht mehr eigens formulierte — Konsequenz: Sinnvoll ist der Bewegungsbegriff nur in bezug auf einen als ruhend bestimmten Bezugsort, der seinerseits als *materiell*, d. h. als substantielle, selbständig fürsichseiende Einzelheit bestimmt ist, wobei der Charakter des Fürsichseins, wie gesagt, dem zeitlichen und der Charakter der Einzelheit dem räumlichen Sinn von Materie entspricht — Materie als sich in der Zeit erhaltender, räumlich lokalisierter Körper.

Aus diesen kinematischen Grundbestimmungen folgt nun unmittelbar: Ist dasjenige, was relativ zu einer materiellen Bezugsinstanz bewegt ist, seinerseits ein materieller Körper, so repräsentiert dieser, als materiell, ebenfalls eine ruhende Bezugsinstanz möglicher Bewegung, und das heißt: Die Bewegungsrelation von bewegtem und ruhendem Körper ist nun auch umkehrbar; *beide* Körper können mit gleichem Recht als ruhend oder als bewegt betrachtet werden¹⁰. Man hat damit das bekannte *Relativitätsprinzip der Bewegung*, hier freilich nicht als empirisch aufgegriffenes Faktum, sondern in prinzipientheoretischer Herleitung. Man beachte aber, daß damit nicht mehr, dem üblichen Verständnis entsprechend, die Umkehrbarkeit der Bewegungsrelation schlechthin ausgedrückt ist, sondern, im Sinne der entwickelten Argumentation, nur die Umkehrbarkeit der Bewegungsrelation *materieller Körper: Relative Bewegung ist gleichbedeutend mit Körperbewegung*, eine, wie sich zeigen wird, keineswegs triviale, sondern äußerst folgenreiche Präzisierung, die unmittelbar die Möglichkeit einer *nicht-relativen* Bewegung einsichtig macht: Nach der angegebenen Fassung des Relativitätsprinzips wäre das die Bewegung eines Nicht-Körpers, wobei die Eigenschaft, Nicht-Körper zu sein, in Hegels Deutung, wie im folgenden noch ausgeführt wird, wesentlich dem Licht zukommt.

III.

Versucht man, über die in dem entwickelten Materiebegriff enthaltenen *Konsequenzen* Klarheit zu gewinnen¹¹, so ist zunächst festzustellen, daß die Materie ihre aus dem Bewegungsbegriff stammende Bestimmung,

¹⁰ Damit klärt sich Zenons ‚Paradoxie des fliegenden Pfeils‘: Der Eleat, dem es darum ging, die Nichtigkeit der Bewegung zu erweisen, hatte argumentiert, daß der bewegte Pfeil stets an einem Ort — ‚seinem‘ Ort — und darum eigentlich *in Ruhe* sei (vgl. Aristoteles, Physikvorlesung, 239 b, sowie Hegel 9.58 Zus., 168 f). Nach dem Relativitätsprinzip ist das nicht falsch, aber gewissermaßen nur die halbe Wahrheit, da alles Ruhende (bei Bezug auf eine relativ zu ihm bewegte Instanz) hiernach *stets auch als bewegt* betrachtet werden kann.

¹¹ Hierzu auch Wandschneider 1982, 190 ff.

Lokalisierung zu ermöglichen, nur als vereinzelte, und das heißt eben als körperhafte Partikel, erfüllen kann. Im Begriff der Materie liegt so von vornherein, daß sie fürsichseiender, einzelner Körper oder, in Hegels Kategorisierung, fürsichseiende Einzelheit ist, die als solche der ‚Logik des Fürsichseins‘ untersteht. Damit ist weiter, wie Hegel in der ‚Wissenschaft der Logik‘ zeigt, die *Dialektik von Repulsion und Attraktion* involviert (vgl. 5.190 ff): In der Bestimmtheit der *Einzelheit* ist einerseits ‚Repulsion‘, d. h. der Bezug auf *Vielheit* mitgesetzt. Wer ‚eins‘ denkt, hat immer auch das Gegenteil davon — ‚viele‘ — mitgedacht. Auf der anderen Seite ist jedes der Vielen selbst ein *Eins*. Darin *gleich* sich die Vielen; sie sind, obzwar *geschieden*, insofern nicht *verschieden*, sondern wesensmäßig identisch. Hegel bezeichnet diese ihre wesenhafte *Identität* als *Attraktion* (wobei, indem es sich primär um eine logische Bestimmung handelt, zunächst nicht an eine physische Kraft zu denken ist, s. u.).

Diese Dialektik muß sich nun auch für den Materiebegriff auswirken: Mit der Bestimmtheit fürsichseiender Einzelheit des körperhaft Vereinzelten ist im Sinne der ‚Repulsion‘ immer auch Vielheit von Vereinzeltem mitgesetzt: Das, so Hegel, macht eben die *Realität* der Materie aus (9.62 Zus.), d. h. sie ist dadurch nicht nur punktuelle Einzelheit, sondern immer auch Vielheit. Dies muß schon für den einzelnen materiellen Körper selbst gelten: Auch er ist ja realiter nicht Punkt, sondern in sich schon Vielheit, zusammengesetzt, dadurch endlichen Raum erfüllend (9.62 Zus.). Im Begriff des Körpers liegt sonach, daß es viele Körper gibt und der Körper selbst schon in sich Vielheit ist.

Das Moment der Repulsion ist aber nur der eine Aspekt. „Ebenso wesentlich ist, weil diese Verschiedenen ein und dasselbe sind, die negative Einheit dieses außereinanderseienden Fürsichseins“ im Sinne der ‚Attraktion‘ (9.60), d. h. die Vereinzelten sind „alle nur Eins, viele Eins; sie sind eins, was das andere“ (9.62 Zus.), ihrem Wesen nach, d. h. in ideeller Hinsicht, also *identisch*.

Repulsion und Attraktion gehören, so Hegel, als Momente des Begriffs fürsichseiender Einzelheit untrennbar zusammen (5.194); so auch in bezug auf den materiellen Körper. Zweifellos knüpft Hegel hierbei an Kants Schrift ‚Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft‘ an, wonach die Materie aus zwei entgegengesetzten Grundkräften, eben Repulsion und Attraktion, konstituiert sein soll. Zu Recht kritisiert Hegel aber die Inkonsequenz der Kantschen Vorstellung, daß diese Kräfte an schon als vorhanden vorausgesetzten materiellen Elementen angreifen sollen (vgl. 5.200 ff, 9.61). Bei Hegel hingegen sind ‚Repulsion‘ und ‚Attraktion‘ vielmehr als *logische Kategorien*, „nicht als selbständig oder als Kräfte für sich zu nehmen“; „die Materie resultiert aus ihnen nur als Begriffsmomenten“ im Sinne der Dialektik des Fürsichseins (9.61).

Aus der Dialektik materiellen Fürsichseins kann nun auch, so Hegel, das mit der Materie konstitutiv verknüpfte Phänomen der *Schwerkraft* gedeutet werden. Dieser Gedanke Hegels ist hier nicht direkt thematisch und sei daher nur kurz angedeutet¹²: Einerseits, so hatte sich gezeigt, ist die Materie durch Repulsion, also Vereinzelung und Vielheit bestimmt; *realiter* sind die Körper *verschieden*. Andererseits ist die Materie durch Attraktion bestimmt, d. h. ihrem Wesen nach, in *ideeller* Hinsicht also, sind die Körper *identisch*. Das heißt nun aber auch, daß reelle und ideale Hinsicht bei der Materie nicht kongruieren; ihre Realität ist ihrer Idee nicht gemäß. Von daher, so Hegel, ist die *Schwerkraft* als eine in der Materie liegende Tendenz zu verstehen, diese *Diskrepanz* von Begriff und Realität aufzuheben, d. h. als real verschiedene suchen die Körper beständig, diese Verschiedenheit zu überwinden, um zu der Identität zu kommen, die sie ihrem Begriff nach sind, und aus diesem Grunde streben sie zueinander. Die Schwerkraft ist solchermaßen als ein Streben nach Aufhebung der realen Verschiedenheit der Körper und nach Verwirklichung ihrer ideellen Identität zu fassen.

Gleichwohl kann die Materie dieses in ihr liegende Telos als *körperhafte* Materie grundsätzlich nicht erreichen. Die Schwere, so Hegel, bleibt immer nur *Tendenz* nach Aufhebung ihrer Vereinzelung, „ein Sollen, eine Sehnsucht, das unglücklichste Streben, zu dem die Materie ewig verdammt ist; denn die Einheit kommt nicht zu sich selbst, sie erreicht sich nicht“ (9.63 Zus.). Warum? Hierzu ist zu bedenken, daß selbst dann, wenn sich die vielen zueinanderstrebenden Körper zu einem einzigen Körper vereinigen, die zugrundeliegende *Dialektik des Fürsichseins* damit ja nicht aufgehoben wäre¹³: Ein Körper ist *prinzipiell* immer *viele* Körper, was, wie schon bemerkt, etwa auch als *interne* Vielheit des materiellen Körpers im Sinne der Zusammengesetztheit zum Ausdruck kommt. Die höchste Form, wie die körperhafte Materie die ihr immanente Identität näherungsweise zu erreichen vermag, ist Hegel zufolge eine Totalität gravitativ aufeinanderbezogener Körper wie das Sonnensystem (9.82, 106 f, 107 f. Zus.), in welchem die Vielheit der Vereinzelten immerhin in die *Einheit eines Systems* derselben aufgehoben ist.

¹² Vgl. Wandschneider 1982, 190 ff, 195 ff.

¹³ Hegels Formulierung: „Wenn die Materie das erreichte, was sie in der Schwere sucht, so schwitzte sie in einen Punkt zusammen“ (9.63 Zus.) enthält schon eine Ahnung dessen, was die Physik heute als *Singularität* bezeichnet (vgl. R. u. H. Sexl (1979), *Weißer Zwerge – Schwarze Löcher*, Braunschweig/Wiesbaden 1979, 70). Dennoch, so Hegel: Auch der materielle Punkt würde noch der Dialektik des Fürsichseins unterliegen und damit grundsätzlich keine Überwindung materieller Vereinzelung sein (ebd.).

Gemäß Hegels logisch-idealistischer Auffassung, die hier nicht zu begründen ist¹⁴, besteht zwischen Logik und Realität ein *Prinzipiierungsverhältnis*¹⁵. So hatte sich im vorhergehenden gezeigt, daß die Materie als fürsichseiende Einzelheit durch die Dialektik von Repulsion und Attraktion bestimmt ist, wie sie von Hegel in der *Seinslogik* entwickelt wird. In ähnlicher Weise sollte es in der Natur auch Phänomene geben, die Kategorien der *Wesenslogik* entsprechen. Die erste wesenslogische Kategorie ist die der *Identität*; also sollte in der Natur etwas existieren, das der Kategorie reiner Identität entspricht. Dies ist Hegel zufolge dasjenige, was wir empirisch als *Licht* kennen.

Das ist natürlich nicht so zu verstehen – um einem möglichen Mißverständnis vorzubeugen –, als hätte Hegel den Anspruch, die empirische Forschung überflüssig zu machen und durch philosophische Spekulation zu ersetzen. Im Gegenteil, die Naturphilosophie, so erklärt er ausdrücklich, hat die empirische Physik zur Voraussetzung und muß auf ihren Ergebnissen aufbauen (9.15). Auf der anderen Seite kann sich die Naturphilosophie nicht mit der Form empirischen Wissens zufriedengeben, sondern muß versuchen, das Empirische nun auch im Element des Gedankens vor aller Erfahrung, rein „nach der Selbstbestimmung des Begriffs“ zu rekonstruieren, wenn das Faktische der Erfahrung auch *philosophisch begriffen*, d. h. „in seiner *eigenen, immanenten Notwendigkeit*“ erfaßt werden soll (9.15). Dies ist zunächst eine „*apriorische Begriffsbestimmung*“ (9.111 Zus.), für die sodann auch ein empirisches Phänomen aufgesucht und dabei natürlich auf die empirische Forschung zurückgegriffen werden muß (9.15). So auch in bezug auf das Licht, das Hegel zufolge einerseits aus rein begrifflichen Gründen etwas sein soll, das nicht, wie die Materie, durch Vereinzelung in sich getrennt und verschieden ist, sondern über aller Vereinzelung steht und reine Identität repräsentiert, und das andererseits durchaus auch als empirischer Tatbestand aufweisbar sein soll.

Welche naturphilosophischen Konsequenzen ergeben sich nun aus dem Charakter unvereinzelter Identität, der gemäß Hegels Deutung für das Licht kennzeichnend ist? Wesentlich ist zunächst und vor allem, daß

¹⁴ Hierzu V. Höhle (1984), Hegels ‚Naturphilosophie‘ und Platons ‚Timaios‘ – ein Strukturvergleich, in: *Philosophia Naturalis*, Bd. 21 (1984), 66, 68; V. Höhle (1985), *Subjektivität und Intersubjektivität*, Habilitationsschrift Tübingen 1985, Kap. 2; D. Wandschneider (1985), *Die Absolutheit des Logischen und das Sein der Natur*, in: *Zeitschr. f. philos. Forsch.*, Bd. 39 (1985).

¹⁵ Vgl. Höhle 1985, Kap. 3; D. Wandschneider (1986), *Die Stellung der Natur im Gesamtentwurf der Hegelschen Philosophie*, in: M. J. Petry (ed.), *Hegel und die Naturwissenschaften*, Stuttgart 1986, Kap. 8.

das Licht so als das schlechthinnige *Gegenteil körperhaft vereinzelter Materie* bestimmt ist, so daß man diesbezüglich „allen Bestimmungen von Zusammensetzung usw. entsagen“ muß. Es sollte also keine „Lichtpartikeln“ in demselben Sinne geben, wie es Billardkugeln — oder auch Protonen usw. — gibt (9.119 Zus.). Hegel charakterisiert das Licht dementsprechend als „das *Absolutleichte*“ (9.116); wie früher schon bemerkt, würde man heute sagen, daß das Licht ohne Ruhmasse ist. Erwähnt wurde auch schon, daß sich Hegel sogar gegen die zeitgenössische Wellentheorie des Lichts wendet, weil diese, wie er historisch zu Recht unterstellt, „materielle Vorstellungen“ involviert, die der Wesensbestimmung des Lichts prinzipiell zuwiderlaufen (9.120 Zus.).

Steht das Licht so in striktem Gegensatz zur Form materieller Vereinzelnung, so unterliegt es damit auch nicht mehr der Dialektik von Repulsion und Attraktion wie die körperhaft vereinzelter Materie, derzufolge die Körper zwar *reell* verschieden, aber ihrem *ideellen* Wesen nach identisch sind. Das Licht ist gleichsam eine Materie, wie sie auf der Ebene materieller Körperhaftigkeit nicht real, sondern nur in ideeller Hinsicht vorhanden ist, eben reine, unvereinzelter Identität, eine Bestimmung, die die körperhafte Materie durch wechselseitige Anziehung vergeblich zu realisieren strebt. „Die Materie ist schwer, insofern sie die Einheit als Ort erst sucht; das Licht ist aber die Materie, die sich gefunden hat“ (9.119 Zus.). Damit, so schließt Hegel nun, ist das Licht *Manifestation* dessen, was die Materie ihrem *Wesen* nach ist: „*reine Identität mit sich*“ (9.111), „*abstrakte unvereinzelter Allgemeinheit*“ (9.119 Zus.), „*Gemeinschaft mit allem*“ (9.112 Zus.). Das Licht ist solchermaßen geradezu das „*existierende allgemeine Selbst der Materie*“ (9.111), deren ideelles Wesen und insofern „*unkörperliche, ja immaterielle Materie*“ (9.119 Zus.), „*vollkommene physikalische Idealität im Gegensatz zur Realität der schweren Materie, indem wir hierunter das Unterscheiden, das Ausschließen verstehen*“ (9.112 Zus.)¹⁶. Als Licht, so könnte man auch sagen, tritt das *ideelle* Wesen der Materie in Erscheinung; es manifestiert die „*materielle Idealität*“, ist „*reines Manifestieren*“ (9.116) des — gemäß idealistischer Deutung — auch der Materie zugrundeliegenden ideellen Wesens: Mit dieser Auffassung des Lichts sind „wir logisch in die Sphäre des Wesens“ eingetreten (9.110 Zus.).

Die weiteren Bestimmungen, die Hegel dem Licht zuspricht und teilweise durchaus klärungsbedürftig erscheinen — etwa, wenn er vom Licht

¹⁶ Hegels Deutung ist offenkundig von Schellings Charakterisierung des Lichts abhängig, die bei Hegel dann freilich in ein ganz anderes (von der ‚Wissenschaft der Logik‘ her konzipiertes) ontologisches Bezugssystem gestellt wird; vgl. F. W. J. Schelling, Werke, ed. K. F. A. Schelling, Stuttgart/Augsburg 1856–61, z. B. IV, 162 ff, 169, 174 ff; VII, 358.

als „*unendlicher Erzeugung des Raums*“ spricht (9.113 Zus.) oder von der „*Untrennbarkeit des Lichts in seiner unendlichen Ausdehnung*“, als eines „*physischen Außereinander, das mit sich identisch bleibt*“ (9.117) oder auch, daß dem Licht „*die Unendlichkeit der Rückkehr zu sich fehlt*“ (9.113 Zus.) —, alles dies braucht für den hier betrachteten *kinematischen* Zusammenhang nicht thematisiert zu werden. Wichtig ist diesbezüglich allein die Bestimmung des Lichts als *Nichtkörper*, die, wie zuvor schon erwähnt, nun auch eine Deutung jener eigentümlichen *Sonderstellung* der Lichtbewegung, wie sie in der Relativitätstheorie erscheint, ermöglicht.

V.

Hegels Begriffsbestimmung der Kategorien des Orts, der Bewegung und der Materie hatte für das kinematische Relativitätsprinzip, wie dargelegt, zu der Fassung ‚Relative Bewegung ist gleichbedeutend mit Körperbewegung‘ geführt, wobei die ausdrückliche Bezugnahme auf körperhaft vereinzelter Materie ein entscheidendes *Novum* gegenüber dem geläufigen Verständnis darstellt, wonach Bewegung *eo ipso nur als relative* denkbar sei. Denn in der neuen Form schließt das Relativitätsprinzip die höchst bemerkenswerte Möglichkeit einer *nicht-relativen* Bewegung ein, nämlich als die Bewegung eines *Nicht-Körpers*, eine Auskunft, die nach der angegebenen Hegelschen Explikation der Kategorie des Lichts einen guten Sinn ergibt. In der Tat, wenn das Licht das Gegenteil körperhaft vereinzelter Materie ist, dann kann es dem Relativitätsprinzip der Bewegung *nicht* unterliegen, konkreter: Zwar ist seine Bewegung stets Bewegung in bezug auf eine als ruhend bestimmte Instanz, d. h. einen *Bezugskörper*. Insofern aber das Bewegte selber hier *kein* Körper ist, ist die Bewegungsrelation nicht mehr umkehrbar, da das Licht, als *Nicht-Körper*, nicht seinerseits als Bezugsinstanz und damit als ruhend bestimmt sein kann. Aufgrund seiner Körperlosigkeit kann es schlechterdings nicht in Ruhe, sondern *nur bewegt* sein.

Mit dem Begriff der *Geschwindigkeit* läßt sich diese Aussage weiter konkretisieren: Wenn das Licht nicht in Ruhe sein kann, dann kann seine Geschwindigkeit auch nicht vom Bewegungszustand der jeweiligen (körperhaften) Bezugsinstanz *abhängen*, wie das für bewegte Körper gilt. Denn gäbe es eine solche Abhängigkeit der Lichtgeschwindigkeit von der jeweiligen Bezugsinstanz, dann könnte es insbesondere auch eine Bezugsinstanz geben, die den *gleichen* Bewegungszustand wie das Licht hat, bezüglich welcher das Licht dann also *ruht* — im Widerspruch zu dem Tatbestand, daß das Licht als *Nicht-Körper* überhaupt *nur bewegt* sein kann. Man könnte dasselbe auch so formulieren, daß zwar das

Licht in bezug auf einen Körper einen Bewegungszustand und damit eine bestimmte Geschwindigkeit besitzt, aber für den Körper umgekehrt gar kein Bewegungszustand und damit keine Geschwindigkeit relativ zum Licht *definiert* ist, insofern dieses als Nicht-Körper eben keine Bezugsinstanz möglicher Bewegung sein kann. Ist aber eine Geschwindigkeit des Körpers ‚relativ zum Licht‘ prinzipiell nicht definierbar, dann können sich verschiedene Körper diesbezüglich auch nicht unterscheiden, mit der Konsequenz, daß das Licht in bezug auf *jeden* Körper dieselbe Geschwindigkeit besitzen muß¹⁷, mit anderen Worten: Die Lichtgeschwindigkeit ist keine relative, sondern eine *absolute* Größe, ‚absolut‘ im Sinne der Unabhängigkeit von der je besonderen Bezugsinstanz. Genau das ist eine der Grundaussagen der Relativitätstheorie, und diese Konsequenz findet sich tatsächlich im Hegeltext ausgedrückt, wenn bezüglich des Lichts formuliert wird, daß „sein Sein die absolute Geschwindigkeit“ sei (9.112 Zus.).

Natürlich wäre es absurd, daraus den Schluß zu ziehen, nicht Einstein, sondern bereits Hegel habe in Wahrheit die Relativitätstheorie entwickelt, die ja gar keine Naturphilosophie, sondern eine mathematisch-physikalische Theorie ist, von der Hegel nicht einmal eine Ahnung haben konnte. Dennoch, so wird man sagen müssen, hat Hegel mit der Einsicht, daß es in der Natur auch so etwas wie eine nicht körperhaft vereinzelte Materie geben müsse, genau den zentralen Punkt, der zur Entwicklung der Relativitätstheorie führte, getroffen. Auch wenn er an dem daraus folgenden kinematischen Aspekt, der wissenschaftshistorisch erst in der Perspektive der Relativitätstheorie Aktualität gewinnen sollte, nicht speziell interessiert war und sich die hier entwickelte Argumentation darum nicht explizit im Hegeltext selbst findet, so sind doch die beiden *entscheidenden Prämissen* — (a) relative Bewegung ist äquivalent mit Körperbewegung und (b) Licht ist nicht körperhafter Natur —, wie dargelegt, von Hegel her prinzipientheoretisch begründbar. Die Konsequenz, daß das Licht in einem *absoluten* Sinne bewegt sein muß, ist von daher unabweislich.

Hegel hat damit eine fundamentale naturphilosophische Einsicht ermöglicht. Schon J. N. Findlay registriert „a flavour of relativity-physics in some of the things Hegel says about Light“; ja, im Grunde findet die von der Relativitätstheorie lediglich konstatierte Beziehung von relativer und absoluter Bewegung durch die entwickelte Hegelauslegung nun auch eine naturphilosophische Deutung: *Die Relativität der Körperbewegung und die Nicht-Relativität der Nicht-Körperbewegung sind hiernach Ausdruck zweier strikt entgegengesetzter Formen von Materie — Körper*

¹⁷ Für nicht-inertial bewegte Körper gilt das nur ‚lokal‘, nicht mehr ‚global‘ für beliebig große Entfernungen und Zeitdauern; vgl. Wandschneider 1982, 185.

und Licht¹⁸ —, die Hegel zufolge aus der ‚Logik‘ des Materiebegriffs herleitbar sind.

VI.

Läßt sich der von Hegel prätendierte Zusammenhang von körperhafter Materie und Licht, so ist abschließend zu fragen, aber auch physikalisch konkretisieren, genauer: Ergibt Hegels Deutung des Lichts als *ideeller Identität* der real vereinzelter Materie auch einen physikalisch ausweisbaren Sinn?

Nun besagt das Relativitätsprinzip der Bewegung, daß alle Körper *kinematisch äquivalent* sind. So kann etwa jeder (inertial bewegte) Körper gleichermaßen als ruhend betrachtet werden: In *dieser* Hinsicht sind die Körper, obzwar real verschieden, identisch. Aber diese Identität zeigt sich nur *in unserer Betrachtung*, d. h. sie ist nur ideell — genau das ist ja, was man unter *Äquivalenz* versteht, nämlich Identität in einer bestimmten *Hinsicht*, die vom Betrachter aktualisiert werden muß. Real hingegen tritt die Äquivalenz *nicht als solche* in Erscheinung: Nimmt man etwa zwei relativ zueinander bewegte Körper, so können beide jeweils *nur in bezug auf sich selbst als ruhend* bestimmt sein, in bezug auf den anderen sind sie bewegt. Die an sich bestehende Äquivalenz beider ist so nur gedanklich nachvollziehbar. Die realen Bewegungszustände sind durch *Verschiedenheit* charakterisiert, die wesentlich aus der *Vereinzelung* materieller Körper stammt.

In der Beziehung zum *Licht* wird demgegenüber die Vereinzelung und die damit involvierte reale *Verschiedenheit* der Körper völlig *irrelevant*: Da das Licht, wie dargelegt, *nur bewegt* sein kann, ist *jeder* (inertial bewegte) Körper in dieser kinematischen Relation als *ruhend* bestimmt. Was somit jeder Körper zunächst nur für sich und unter Ausschluß der anderen Körper ist, tritt im Zusammenhang mit der Lichtbewegung nun auch *real*, als eine allen Körpern gemeinsame Eigenschaft, in Erscheinung. Das Licht erweist sich so gleichsam als der gemeinsame Nenner der Verschiedenen, wodurch deren *ideelle Identität*, über ihre körperhafte Vereinzelung und Verschiedenheit hinaus, *rein* zur Geltung kommt.

¹⁸ H. Weyl (1924), Was ist Materie? (in: H. Weyl, Mathematische Analyse des Raumproblems; Was ist Materie?, Darmstadt 1963), hat auf den Gegensatz von ‚Materie‘ und ‚Feld‘ hingewiesen, vgl. 53 f. Seit der Entdeckung des π -Mesons weiß man allerdings, daß dies nicht notwendig ein Gegensatz ist. (Das π -Meson, das dem Feld der ‚starken‘ Wechselwirkung zugeordnet ist, hat eine nicht-verschwindende Ruhmasse und ist damit selber ein materieller Körper.) Die von Hegel pontierte Opposition von körperhafter Materie und Licht würde man heute allgemeiner als die von ‚Partikel (mit endlicher Ruhmasse)‘ und ‚Strahlung‘ fassen.

Hegels Bestimmung des Lichts läßt sich so in der Tat auch physikalisch deuten. Ausgangspunkt war die im Begriff der Materie mitgesetzte Dialektik der Vereinzelung. Dem reellen Unterschied der Vereinzelten entspricht deren ideelle Identität, die schließlich in der Körperlosigkeit des Lichts reinen Ausdruck findet. Dieselbe Grundstruktur ist nun auch in physikalischer Hinsicht deutlich geworden: Die Perspektive kinematischer Äquivalenz, insbesondere der ideellen Identität der Körper als ruhender, d. h. sich in der Zeit für sich identisch erhaltender Orte, ist durch die reale Verschiedenheit der Körper verstellt und tritt erst im Hinblick auf die Lichtbewegung rein in Erscheinung.

Alle Körper sind, als vereinzelte, voneinander verschieden, und *gleich* sich doch auch wieder darin, daß sie alle gleichermaßen einzelne sind. Ihre Verschiedenheit ebenso wie ihre Gleichheit erscheint als Konsequenz ihrer Vereinzelung. Dieser in der Dialektik körperhafter Vereinzelung gründende Doppelaspekt der Materie ist als der tiefere Grund für das Auftreten von relativer *und* absoluter Bewegung zu begreifen: *Relativ* ist die Bewegung eines Körpers in bezug auf einen *anderen* Körper (Moment der Verschiedenheit); aber indem dies durchweg für alle Körper gilt, ist in dieser Relativität von vornherein auch schon der Hinblick auf Absolutheit, im Sinne eines generellen Sachverhalts *unabhängig vom je besonderen Körper*, mitenthalten (Moment der Identität). Die Relativität der Bewegung verweist als solche immer schon auf einen absoluten Sinn von Bewegung, der dann in der Lichtbewegung, als einer Nicht-Körperbewegung, konkreten physikalischen Ausdruck findet.

Natürlich ist Hegel selber, wie bemerkt, nicht eigentlich an der kinematischen Seite interessiert. Aber gerade von seinem prinzipientheoretischen Vorgehen her wird überhaupt erst die Beziehung des Bewegungsbegriffs zum Begriff körperhafter wie auch nicht-körperhafter Materie — empirisch des Lichts — sichtbar. In dieser Weise läßt sich eine Interpretation nicht nur der Absolutheit der Lichtbewegung, sondern auch des kinematischen Relativitätsprinzips geben, das bis dahin schlicht als sich von selbst verstehend gegolten hatte. Erst wenn die Äquivalenz von relativer Bewegung und Körperbewegung gesehen wird, kann sich auch die Möglichkeit einer absoluten Bewegung — als einer Nicht-Körperbewegung — erschließen, wobei entscheidend ist, daß vom Ansatz der Hegelschen Naturphilosophie her auch der Begriff des Nicht-Körpers einen guten Sinn gewinnt. Hegels naturphilosophische ‚Begriffsbestimmung‘ ermöglicht damit erstmals eine *prinzipientheoretische Deutung* der (speziell-) relativistischen Grundaxiome, die solchermaßen, über ihre formal-mathematische Fassung hinaus, auch philosophischem Begreifen zugänglich werden.