

6

Philosophische Mechanik

6.1 EINLEITUNG

In diesem sechsten und abschließenden Kapitel werde ich die *Mechanik*, welche den ersten Hauptabschnitt in Hegels Naturphilosophie darstellt, systematisch rekonstruieren. Im Mittelpunkt der Rekonstruktion steht dabei der Nachweis, dass mechanische Grundbegriffe wie <Raum>, <Bewegung>, <Körper> oder <Schwerkraft> *wesentlich* miteinander zusammen-

hängen. Modalmetaphysisch ausgedrückt handelt es sich dabei um den Nachweis, dass es sich bei der Natur notwendig um ein Raum-Zeit-Kontinuum handelt, das von einem inhomogenen Materiefeld erfüllt ist, welches bewegte Körper beheimatet die unter dem Gesetz der Schwerkraft stehen.

Nun handelt Hegels Naturphilosophie *nicht ausschließlich* von dem Nachweis des inneren Zusammenhanges naturphilosophischer Grundbegriffe, gleichwohl es richtig sein mag, zu behaupten, dass dieser im Zentrum derselben steht. Denn wie ich bereits in Kapitel 4 argumentiert habe, geht es in der Naturphilosophie auch darum, zu zeigen, dass die naturphilosophischen Grundbegriffe eine grundlegende wie kritische Funktion hinsichtlich naturwissenschaftlicher Theorien besitzen. Hegel selbst beschäftigt sich mit diesem Thema nicht in den Hauptparagraphen seiner philosophischen Enzyklopädie, sondern allenfalls in den Anmerkungen zu denselben sowie im Rahmen seiner entsprechenden Vorlesungen. Gleichwohl ich mich in Kapitel 6.4 auf Ressourcen beziehen werde, die Hegels Naturphilosophie hinsichtlich der <Trägheit> und <Schwerkraft> freilegt, welche eine kritische Intervention in Grundannahmen von Newtons Physik erlauben, lasse ich das Verhältnis von Naturphilosophie und Naturwissenschaften für den größten Teil dieses Kapitels außen vor und verweise hiermit nur auf andere Untersuchungen, die sich damit schon im Detail auseinandergesetzt haben.¹⁷⁷

¹⁷⁷Neben Burbidge (1996) sei hier insbesondere auf den Sammelband *Hegel and Newtonianism*, herausgegeben von Petry (1993) sowie Wandschneiders Festschrift *Logik, Mathematik und Natur im objektiven Idealismus*, herausgegeben von Neuser und Höhle (2004), hingewiesen.

6.2 VON DEM RAUM ZU DER ZEIT

Wie ich bereits in Kapitel 5 nachgewiesen habe, unterscheidet sich die Natur durch eine Reihe von Grundzügen vom Logischen. Die Natur ist im Wesentlichen ein begrifflich weder konstruierbares noch epistemisch erschöpfbares Kontinuum, das sowohl Verletzungen des PII (die numerische Verschiedenheit qualitativ Gleicher), als auch Verletzungen des PSR (Die Existenz *schlussendlich* grundloser Einzeldinge und Artbegriffe), als auch Verletzungen des PNC (wahre propositionale Widersprüche) möglich macht. Insofern die kontinuierliche Beschaffenheit der Natur als formaler Grundzug begriffen werden kann, der die Verletzungen der drei Prinzipien überhaupt erst möglich macht, tut Hegel Recht daran, die Theoriebildung seiner Naturphilosophie mit der abstraktesten Weise, in der sich Kontinuität *überhaupt* denken lässt, d. h. mit dem <Raum>, zu beginnen:

Die erste oder unmittelbare Bestimmung der Natur ist die abstracte Allgemeinheit ihres Außersichseyns, – dessen vermittlungslose Gleichgültigkeit, der Raum. Er ist das ganz ideelle Nebeneinander, weil er das Außersichseyn ist, und schlechthin continuirlich, weil diß Außereinander noch ganz abstract ist und keinen bestimmten Unterschied in sich hat. (§254)

Hegel etabliert hier den sachhaltigen Minimalbegriff einer realen kontinuierlichen Mannigfaltigkeit. Die Struktur, auf die der <Raum> hier referiert, enthält entsprechend weder irgendeinen spezifischen Inhalt, noch kann sie irgendwelche Unterschiede in sich fassen. Der Raum wird an dieser Stelle der naturphilosophischen Theoriebildung bloß als kontinuierliche, homogene und inhaltslose Mannigfaltigkeit konzeptualisiert, die zwar in Teile eingeteilt werden kann, ohne aber selbst oder an sich aus einer bestimmten Anzahl von Teilen zu bestehen.¹⁷⁸ Der <Raum> verweist daher auf eine Struktur, die *als solche* Verletzungen des

¹⁷⁸Vgl. auch: »Man kann den Raum überall theilen, überall Gränzen an demselben setzen, allein dieses beg-

PII möglich macht, insofern sie numerische Verschiedenheit von Identischem ermöglicht, woraus aber, wie bereits in Kapitel 5 dargelegt, nicht selbst schon folgt, dass jemals Dinge instanziiert sein könnten, die das PII *actualiter* verletzen, da an dieser Stelle der naturphilosophischen Theoriebildung noch nicht ausgemacht sein kann, ob es nicht über den Raum hinausgehende, notwendig zur Natur oder den Geist gehörende Strukturen oder Leistungen gibt, die die unbedingte Geltung des PII wiederum absichern.¹⁷⁹

Bekanntlich argumentiert Hegel im weiteren Verlauf seiner Naturphilosophie, dass die Natur notwendig mehr als den Raum umfasst, da <Raum> und <Zeit> notwendig zusammenhängen. Hegels Rechtfertigung für die These, dass <Raum> und <Zeit> intern zusammenhängen, erstreckt sich dabei über eine ganze Reihe von Paragraphen: zunächst führt Hegel in §§255-56 einen Beweis für die Dreidimensionalität des Raumes, auf Grundlage dessen er in §257 dann nachweist, dass der <Raum> notwendig auf die <Zeit> verweist.

Weil Hegel in seinem Nachweis, dass <Raum> und <Zeit> intern zusammenhängen, auf begriffliche Unterscheidungen zurückgreift, die er in §256 eingeführt hat, und §256 von der Dreidimensionalität des Raumes handelt, nehmen einige Kommentatoren wie Winfield (1998) und Kaufmann und Yeomans (2023) an, dass Hegels Nachweis für den Übergang vom <Raum> zur <Zeit> gleichsam auf dem Beweis der Dreidimensionalität des Raumes aufbaue

ränzen ist nur ein Mögliches. Eben so ist es mit dem Entgegengesetzten; es kann über jede Bestimmung hinausgegangen werden. So ist also das Getheiltsein und das Nicht getheilt sein des Raums nur eine Möglichkeit» (24.I: 230. Hegel inszeniert die Strukturbegriffe Kontinuität und Diskretion hinsichtlich <Raum> als Thesen einer Antinomie, löst diese zumeist aber durch eine Hinsichtenunterscheidung auf, der zufolge der Raum *actualiter* kontinuierlich und *potentialiter* diskret ist, vgl. hierzu insbesondere 24.I:15 und 24.I:534.

¹⁷⁹Genau genommen denke ich, dass Koch (2006) richtig liegt, wenn er auf der einen Seite Logisches und Natur entlang des PII voneinander trennt, auf der anderen Seite dann über die indexikalische Gegenstandsbezugnahme geistiger Lebewesen die Geltung desselben sichert, insofern sie Stellungssymmetrien wie diejenige in dem Kugeluniversum von Black (1952) brechen. Problematisch an Kochs Ansatz ist allerdings, dass er temporäre Verletzungen des PII zugesteht. Denn da es wohl eine Epoche des Universums gab, wo es zwar Koch zufolge schon raumzeitliche Einzeldinge, aber keineswegs geistige Lebewesen gab, unterscheidet Koch Logisches und Natur nicht nur entlang des PII, sondern hält eine temporäre Verletzungen dessen zugleich für real möglich.

(und entsprechend gleichsam mit diesem stehe und falle).¹⁸⁰ Ich denke, dass diese Annahme irreführend ist. Zwar stimmt es, dass Hegels Argument für den begrifflichen Übergang von <Raum> zur <Zeit> auf Ressourcen zurückgreift, die in §256 entwickelt werden; allerdings denke ich, dass die *spezifische Anzahl* der Raumdimensionen für den Übergang keine maßgebliche Rolle spielt, ja, nicht einmal, dass die Dimensionalität des Raumes für diesen Übergang wesentlich ist. Schauen wir uns dafür §256 an:

Aber der Unterschied ist wesentlich bestimmter, qualitativer Unterschied. Als solcher ist er (α) zunächst die Negation des Raums selbst, weil dieser das unmittelbare unterschiedslose Außersichseyn ist, der Punkt. (β) Die Negation ist aber Negation des Raums, d. i. sie ist selbst räumlich; der Punkt als wesentlich diese Beziehung, d. i. als sich aufhebend, ist die Linie, das erste Anders – d. i. Räumlichseyn des Punktes; (γ) die Wahrheit des Andersseyns ist aber die Negation der Negation. Die Linie geht daher in Fläche über, welche einerseits eine Bestimmtheit gegen Linie und Punkt, und so Fläche überhaupt, andererseits aber die aufgehobene Negation des Raums ist, somit Wiederherstellung der räumlichen Totalität, welche nunmehr das negative Moment an ihr hat; – umschließende Oberfläche, die einen einzelnen ganzen Raum absondert. (§256)

Um meine Rekonstruktion von dieser Passage besser verständlich zu machen, ist es ratsam, zunächst zwei typische Lesarten von §256 voneinander zu unterscheiden, nämlich die *ontogenetischen* und die *modalmetaphysischen* Lesarten.

Den ontogenetischen Lesarten zufolge erklärt §256 nicht bloß, *warum* der Raum notwendig über drei Dimensionen verfügen muss, sondern gibt auch an, *wie* der Raum seine drei Dimensionen »konstituiert«. Es ist ontogenetischen Lesarten dabei wesentlich, aus diesem

¹⁸⁰Kaufmann und Yeomans (2023) behaupten so etwa: »The very way that points unfold into lines which unfold into space is made into an object—it is for itself—and this is time. On our interpretation, this means that the dimensionality of the way in which the geometrical elements unfold into linear space is the dimensionality of time.« (111). Ich schließe mich dagegen Ansätzen wie demjenigen von Martin (2025) an, der nicht auf dieser Voraussetzung aufbauen.

Konstitutionsprozess philosophisch Kapital zu schlagen, da dieser Prozess, *als solcher* genommen, dann zugleich auch schon Ausdruck der Zeit sein soll.¹⁸¹ Ohne auf alle Details eingehen zu können, scheint die Idee *cum grano salis* die Folgende zu sein: Aus einer internen Widersprüchlichkeit von Punkten geht ein Konstitutionsprozess in Gang, der dreidimensionale Räume hervorbringt. Der Konstitutionsprozess als solcher ist dann nichts anderes als Zeit.

Dagegen handelt §256 den *modalmetaphysischen* Lesarten zufolge nur von der These, dass der Raum notwendig drei Dimensionen hat, bzw. erklärt, warum der Raum notwendig drei Dimensionen haben muss. Er handelt deshalb aber noch lange nicht von der Frage, wie sich diese Dimensionen konstituieren, oder wie diese drei Dimensionen entstehen. Die Bewegung in §256, die ontogenetische Lesarten als Konstitutionsprozess der Raumdimensionen begreifen, ist modalmetaphysischen Lesarten zufolge bloß die Bewegung, die wir mit *unserer begrifflichen Konzeptualisierung* der drei Dimensionen des Raumes, der Aufdeckung ihres modalmetaphysischen Zusammenhangs von <Raum> und <Dreidimensionalität> vollziehen und entsprechend nichts, was im Raum selbst, d. h. ohne weiteres Zutun geschehen könnte.¹⁸²

Ich halte die ontogenetischen Lesarten von §256 aus folgendem Grund für nicht plausibel. Die ontogenetischen Lesarten müssen davon ausgehen, dass es sich bei einem Punkt in irgendeinem signifikanten Sinne um eine Entität handelt, die zum Inventar der Natur gehört. Auch wenn gezeigt werden soll, dass der Punkt einen inneren Widerspruch aufweist und insofern die Konstitution der Raumdimensionen hervorbringt, muss der Punkt selbst

¹⁸¹ Eine solche Lesart findet sich ebenfalls bei Kaufmann und Yeomans (2023) die behaupten, dass »the way in which the geometrical elements unfold into linear space is the dimensionality of time« (111), wie auch bei Houlgate (2005), demzufolge der Raum »necessarily temporalizes itself« (128), oder aber auch bei Winfield (1998), demzufolge der Raum »directly generates time as a qualification of itself« (58).

¹⁸² Vgl. Martin (2025)

erst einmal irgendwie zur Natur gehören, damit dieser Konstitutionsprozess seinen Ausgang in diesem nehmen kann. Nun handelt es sich bei Punkten allerdings, wie Hegel an vielen Stellen seiner Naturphilosophie anmerkt und wofür ich auch ausgiebig in Kapitel 5.2 argumentiert habe, um eine kontinuierliche Mannigfaltigkeit, die nicht nur nicht aus Punkten bestehen kann, sondern die geradezu als das Gegenteil diskreter Entitäten, wie etwa Punkten, begriffen werden muss. Wenn der Punkt allerdings in keinem erdenklichen Sinne zur Natur gehören kann, da es sich bei ihm um eine Abstraktion handelt, welche nur in einer Aktivität des Denkens ihren Ursprung nehmen kann, dann können sich die Raumdimensionen auch nicht aus einem wie auch näher vorgestellten Punkt heraus konstituieren. Die ontogenetischen Lesarten, die den Punkt (einschließlich eines ihm immanenten Widerspruchs) für eine in der Natur irgendwie bestehende Entität halten, von der die Raumkonstitution ihren Anfang nehmen kann, verletzen somit bereits eine Grundeinsicht hinsichtlich der allgemeinen Form der Natur.

Gerade im Gegenteil folgt aus der Einsicht, dass der Punkt in keinem erdenklichen Sinne zum Inventar der Natur gehören kann, für §256, dass der Punkt, von dem die Rede ist, nur das Resultat einer Aktivität des Denkens, und die Bewegung, von der §256 handelt, somit nur Ausdruck einer Bewegung des Denkens über den Raum sein kann, die ihren Ausgangspunkt in der Etablierung vom Punkt als einer vom Denken projizierten Entität nehmen kann, die allenfalls virtuell im Raum angelegt ist. Im Ausgang von dieser Einsicht gilt es daher im Folgenden zunächst zu motivieren, was Hegels Grund dafür ist, den <Raum> durch Etablierung und Projektion von Punkten zu charakterisieren, woraufhin im Anschluss die Frage zu beantworten ist, warum die spezifische Anzahl der Raumdimensionen insgesamt für den Übergang vom <Raum> zur <Zeit> irrelevant ist.

Ich denke, dass der Grund für die Etablierung und Projektion des Punktes zunächst darin besteht, dass Hegel in §254 noch keine zureichende Wesensdefinition vom <Raum> geleistet hat, insbesondere keine, die positiv das Wesen einer kontinuierlichen Mannigfaltigkeit zum Ausdruck bringt. Denn streng genommen gibt Hegel weder in der Einleitung zur Naturphilosophie, noch in den Vorlesungen zur Naturphilosophie eine positive Wesensdefinition realer Kontinuität. Einige Leser mögen an dieser Stelle geneigt sein, zu fragen, warum wir überhaupt eine positive Wesensdefinition realer Kontinuität brauchen, da wir <Kontinuität> doch bereits in der philosophischen Logik – genauer: in Auseinander mit <Quantität> – abgehandelt haben.

Ich denke, dass die logische Kontinuität von einer unendlichen Konstruierbarkeit von Elementen zwischen zwei diskreten Elementen und eben nicht von einer unendlichen Einteilbarkeit in etwas stetig zusammenhängend Gegebenes handelt. Technisch, d. h. in der Sprache der zeitgenössischen Mathematik gesprochen, handelt die philosophische Logik damit nicht von der Form realer Kontinua, sondern bloß von der »Dichtheit« diskreter Mannigfaltigkeiten – pseudo-Kontinua, die ihren Ursprung im Denken nehmen.¹⁸³ In diesem Sinne sind die rationalen Zahlen \mathbb{Q} etwa deshalb dicht, weil zwischen je zwei $x, y \in \mathbb{Q}$ mindestens eine n existiert, sodass $x > n > y$. Raum und Zeit als Gestalten realer Kontinua werden dagegen nur in den Anmerkungen abgehandelt, entbehren also einer positiven Wesensdefinition innerhalb der philosophischen Logik.¹⁸⁴

¹⁸³Zu diesem Resultat kommt auch Stekeler-Weithofer (2019), wenn er schreibt: »Indem wir die äußeren Dinge der Welt als diskrete verstehen, also als Gegenstände in sortalen Bereichen von Gegenständen, sind sie schon geteilt. Entsprechend stellt man sich die Materie schon in Atome geteilt vor. Leibniz stellt sich seine Monaden nach außen hin als Punkte vor, die nach innen hin die gesamte Welt widerspiegeln, so wie die Klasse aller infinitesimalen Punkte um den reellen Koordinaten- nullpunkt herum den gesamten Raum spiegelt. Hegel hält von dieser mathematischen Modellvorstellung wenig, und das mit gutem Recht.« (735).

¹⁸⁴So schreibt Hegel ausdrücklich, dass es sich bei Raum und Zeit um »bestimmtere Beispiele der reinen Quantität« handelt, die »Ausdehnungen, Vielheiten, die ein Ausser-sich-gehen, ein Strömen sind, das aber

Dass einen nicht-logischen Begriff von <Kontinuität> gibt, der sich von dem logischen Begriff der <Kontinuität> unterscheidet, sollte allerdings an dieser Stelle der naturphilosophischen Theoriebildung nicht überraschen – handelt es sich bei logischen Formen ja nicht einfach auf Größen, die sich bedeutungsgleich auf ein gegebenes, von ihnen verschiedenes empirisches Material anwenden lassen, sondern umgekehrt um Einbindung und Verwandlung des vom Logischen grundsätzlich verschiedenen Realen in logische Form.

Im Unterschied zu Aristoteles, der an manchen Stellen die unendliche Teilbarkeit als Wesensdefinition des Naturkontinuums zu begreifen scheint, macht Hegel von diesem Merkmal bloß in den *Vorlesungen über die Philosophie der Natur* Gebrauch. Bereits dies legt nahe, dass sich die positive Wesensdefinition der Kontinuität des Raumes nicht in seiner unendlichen Einteilbarkeit erschöpft. Begründen lässt sich dies durch den Umstand, dass es auch logische Mannigfaltigkeiten – etwa mathematische Entitäten wie rationale Zahlen – gibt, die sich durch das Merkmal der unendlichen Teilbarkeit auszeichnen, welche aber deshalb ja gerade noch lange nicht kontinuierlich im gesuchten Sinne sind, da sich diese, im Unterschied zum Realen, durch begriffliche Konstruktionsregeln restlos zur Darstellung bringen lassen. Die Etablierung des <Raumes> ist in den §§254f. durch bloße Angabe des Merkmals der Kontinuität daher noch unterbestimmt, insofern die besondere Weise, durch die sich reale Kontinuität auszeichnen muss, noch begrifflich unterbestimmt ist.

Im Ausgang von dieser Überlegung lässt sich nun einsichtig machen, dass §256 eine weitere Aufgabe neben dem Beweis der Dreidimensionalität des Raumes zukommen muss. Denn in §256 versucht Hegel auch zu bestimmen, worin sich die besondere Weise des Zusammen-

nicht ins Entgegengesetzte, in die Qualität oder das Eins übergeht, sondern als Aussersich-kommen ein perennirendes Selbstproduciren ihrer Einheit sind» (21:178). Wie ich weiter unten zeigen werde, handelt es sich bei diesem Aussersich-kommen, das Hegel bereits in §247 »Außersichseyn« nennt, um das entscheidende Wesensmerkmal realer Kontinuität.

hangs auszeichnet, die *realen Kontinua* zukommt. Und gerade dies erklärt, warum Hegel den Begriff des <Punktes> einführt. Hegel nutzt den Punkt nämlich nicht nur, um über einen Selbstwiderspruch zur ersten Raumdimension zu gelangen. Darüber hinaus dient der Punkt auch zur begrifflichen Definition der *realen* Weise, in der der Raum Ausdruck eines kontinuierlichen Zusammenhanges aufweist. Wir können, wie Hegel in den *Vorlesungen* ausdrücklich macht, zwar Punkte in den Raum eintragen. Deshalb besteht der Raum allerdings noch lange nicht aus Punkten, er macht nicht, wie Hegel schreibt, das »positive Element« (§254A) desselben aus, einfach deshalb, weil Punkte selbst keine Ausdehnung haben. Aber wenn der Raum nicht aus Punkten besteht, wie können wir im Ausgang von dem, was wir bereits über den Raum wissen – den Umstand, dass er virtuelle Punkte umfasst insofern wir diese in ihn eintragen können – herausfinden, welche Weise des Zusammenhanges seine kontinuierliche Natur aufweist?

Ich denke, dass Hegel die reale Kontinuität des Raumes im Ausgang von der Virtualität des Punktes gewinnt. Denn der Umstand, dass der Raum nur virtuell Punkte beheimatet, insofern er es uns ermöglicht, unendlich viele Punkte in ihn einzutragen, bedeutet doch, dass es einen *Überschuss* der realen Kontinuität gegenüber den virtuellen Punkten geben muss. Dies heißt aber wiederum, dass die reale Kontinuität dichter ist, als es jede Menge von Punkten sein könnte: jeder virtuelle Punkt, welcher vom Raum beheimatet wird, lässt sich daher nicht wohl von anderen, ihn umgebenden virtuellen Punkten unterscheiden, sondern geht auf *unmittelbare Weise* in diese als seine *Umgebung* über. Reale Mannigfaltigkeiten haben insofern einen *transgressiven Charakter*: der eigentümliche »Stoff«, aus dem reale Kontinua bestehen, ist so verfasst, dass dieser unmittelbar über sich hinausgeht. Graphisch auf den Punkt gebracht:

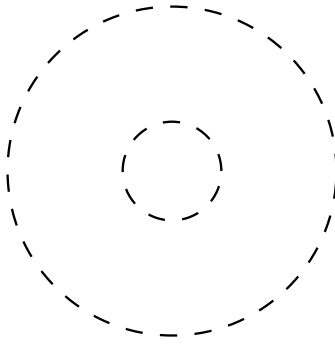


Abbildung 6.1: Mannigfaltigkeit mit Umgebung

Diesen transgressiven Charakter des Raumes hat Hegel bereits in §254 unter der Hand mit dem Begriff des <Außersichseyns> eingeführt, der von den Begriffen aus der Einleitung wie <Auseinander> oder <Äußerlichkeit> noch einmal zu unterscheiden ist. Während ich in Kapitel 5 in Auseinandersetzung mit den einleitenden Paragrafen von Hegels Naturphilosophie dafür argumentiert habe, dass derartige Ausdrücke eine kontinuierliche Struktur bezeichnen, die externe Relationen ermöglicht, meint <Außersichsein>, dass die Mannigfaltigkeit derart dicht ist, dass alles, was real ist, *außer sich* – über sich hinaus – also Teil seiner eigenen Umgebung ist.

Festhalten lässt sich Hegels Wesensdefinition von <realer Kontinuität> daher wie folgt:

Definition 20: Eine Mannigfaltigkeit ist real kontinuierlich gdw. sie aus virtuellen Teilen besteht, die auf eine unmittelbare Art und Weise in die sie umschließenden Umgebungen übergehen.

Freilich kommt dies der zweiten aristotelischen Definition des Kontinuums nahe, also derjenigen, der zufolge etwas genau dann kontinuierlich ist, wenn dessen Ränder eines sind. Denn wie auch in der zweiten aristotelischen Wesensdefinition des Kontinuums zielt diese Definition nicht bloß *indirekt* darauf ab, ein Potenzial auszudrücken, das einer externen Aktualisierung – des Einteilens – bedarf, sondern versucht auf *direktem Wege* die Weise des Zu-

sammenhangs realer Kontinuität zu charakterisieren. Dennoch unterscheidet sich die transgressive Charakterisierung realer Kontinuität von der zweiten Definition des Aristoteles, weil sie nicht bloß auf die Identität virtueller Ränder innerhalb kontinuierlichen Mannigfaltigkeit abstellt, sondern durch den Hinweis auf den transgressiven Charakter den »Überschuss« andeutet, den das Kontinuum gegenüber seinen virtuellen Teilen aufweist.

Ich habe schon oft darauf hingewiesen, dass es sich bei Hegels Philosophie um einen voraussetzungslosen Theoriebildungsprozess handelt, in dem neue Begriffe so voraussetzungslos wie möglich in die Theoriebildung eingeführt werden müssen. Dasselbe gilt nun auch für den Begriff der <Umgebung>. Es ist unmittelbar einsichtig, dass wir einen dreidimensionalen Raum als Umgebung eines Punktes begreifen können. Allerdings folgt daraus bloß, dass es *möglich* ist, dem virtuellen Punkt eine dreidimensionale Umgebung zuzuordnen. Daraus folgt offensichtlich aber noch lange nicht, dass es notwendig ist. Denn der voraussetzungsärmste Begriff, der uns als Umgebung des <Punktes> zur Verfügung steht, bezeichnet nicht etwas drei- sondern bloß etwas eindimensionales – die Linie. Die unmittelbare Umgebung, in die der virtuelle Punkt, den wir in den Raum eingetragen haben, auf unmittelbare Weise übergehen muss, ist also die Linie, womit gezeigt wäre, dass der Raum mindestens über eine Dimension verfügen muss.

Genau in diesem Sinne liefert §256 zwei Einsichten auf einen Schlag: Zunächst einmal definiert er erstens die Weise des Zusammenhangs, den reale Kontinuität aufweist. Damit einhergehend begründet er zweitens, dass reale Kontinua nur virtuell Punkte enthalten, die unmittelbar in ihre Umgebung übergehen, woraus sich die erste, dann aber auch die zweite und dritte Raumdimension ergeben sollen. An dieser Stelle habe ich nur dafür argumentiert, dass der Raum eine Dimension haben muss. Für einen Beweis der Dreidimensionalität wäre

noch zu zeigen, dass die Linie keinen Selbstbestand haben kann, sondern unmittelbar in eine sie umschließende Fläche, und für die Fläche, dass sie unmittelbar in eine sie umschließende Oberfläche als ihre Umgebung übergeht. Allerdings sehe ich keine Argumentationsstrategie, die in der Lage wäre, dies nachzuweisen, ohne dafür auf bloße *Vorstellungen* von Linien und Flächen zurückzugreifen, deren Beweiskraft im Rahmen einer voraussetzungslosen philosophischen Theoriebildung fragwürdig ist.

Nun werde ich im Folgenden nachweisen, dass es jedoch keiner Ableitung aller drei Raumdimensionen bedarf, um nachzuvollziehen, warum <Raum> und <Zeit> intern zusammenhängen, es also keinen Raum ohne Zeit geben kann. Dafür werde ich auf einen Widerspruch zurückgreifen, der dem transgressiven Charakter des Raumes entspringt, und der sich nur unter Berücksichtigung der Zeit auflösen lässt. Dafür möchte vorschlagen, den begrifflichen Übergang von <Raum> zu <Zeit> in zwei Schritte einzuteilen. Im ersten Schritt wird es darum gehen, zu begründen, dass der transgressive Charakter des Raumes einen Widerspruch enthält. Und erst anschließend werde ich ausdrücklich machen, dass der Begriff der <Zeit> Ressourcen bereitstellt, um den Widerspruch vom <Raum> aufzulösen.

Der Grund, warum die kontinuierliche Weise des Zusammenhang, die der <Raum> repräsentiert, widersprüchlich ist, lässt sich formal wie folgt zusammenfassen:

- (1) Jede kontinuierliche Mannigfaltigkeit ist virtueller Teil eines Ganzen in die sie auf unmittelbare Weise als ihre Umgebung übergeht.
- (2) Jede Umgebung einer kontinuierlichen Mannigfaltigkeit ist selbst eine kontinuierliche Mannigfaltigkeit.
- (3) Der Raum ist ein Ganzes, das jede kontinuierliche Mannigfaltigkeit als virtuellen Teil enthält.
- (4) Der Raum ist eine kontinuierlichen Mannigfaltigkeit.
- (5) $\therefore \perp$ [aus (1), (2), (3) und (4)]

Die Prämissen (1) und (2) etablieren die These, dass jede kontinuierliche Mannigfaltigkeit eine Umgebung besitzt, die ihrerseits eine kontinuierliche Mannigfaltigkeit sein muss. An dieser Stelle halte ich beide Prämissen für unproblematisch, weil sie analytisch aus der weiter oben gewonnen Wesensdefinition der realen Kontinuität folgen.

Aus den Prämissen (1) und (2) folgt, dass jede räumliche Mannigfaltigkeit, die wir in unserer Theoriebildung über eine diskrete Grenzziehung thematisch machen können, nur virtueller Teil einer über sie hinausgehenden Umgebung ist, in die dieser Teil auf unmittelbare Weise übergeht. Der Begriff des <Raumes>, der durch Prämisse (3) eingeführt wird, wäre entsprechend der Begriff einer singulären Totalität – ein *singulare tantum*, der alle kontinuierlichen Mannigfaltigkeiten als virtuelle Teile eines Ganzen bezeichnet. Diese *ad hoc* Etablierung des singulären und totalitären Raumes mag zunächst als bloße Stipulation erscheinen, da es *prima facie* robuste Alternativen zur Vorstellung gibt, beim Raum würde es sich um ein Ganzes handeln.

Dass es jedoch den Raum als Ganzes, als eine alle kontinuierlichen Mannigfaltigkeiten zusammenhängende Totalität, geben muss, lässt sich leicht durch Beweis durch Widerspruch zeigen, indem wir vom entgegengesetzten Fall ausgehen. Wenn der Raum kein Ganzes, keine Totalität wäre, dann müsste er etwas sein, das zerfällt und sich nur äußerlich zu einer Einheit zusammenfassen lässt. Der <Raum> wäre dann etwa der Begriff für eine Menge kontinuierlicher Mannigfaltigkeiten, der diese zu einem Ganzen äußerlich zusammenfasst. Allerdings kann die Weise, in der der <Raum> die kontinuierlichen Mannigfaltigkeiten zusammenfasst, nicht als Begriff einer Menge verstanden werden – der Raum mitnichten ein mengentheoretischer Begriff sein. Denn wenn wir die Totalität, auf die der Begriff vom <Raum> referiert, als Mannigfaltigkeit begreifen, dessen Vereinigung zu einem Ganzen ihm äußerlich ist,

dann würden wir damit nicht nur dasjenige, woraus der Raum besteht – reale kontinuierliche Mannigfaltigkeiten, die sich eben nicht als Elemente in sogenannten »transfiniten« Mengen unterbringen lassen – sondern auch die Weise, in der die kontinuierlichen Mannigfaltigkeiten zusammenhängen, verkehren. Denn weder können Elemente einer Menge auf unmittelbare Weise ineinander als ihre Umgebung übergehen – denn damit würden sie sich für die Quantifizierung disqualifizieren. Noch kann eine Menge die Eigenschaften ihrer Elemente erben, was diejenige Totalität, auf die wir mit dem <Raum> Bezug nehmen, aber können muss, weil wir ansonsten darauf verpflichtet wären, zu sagen, dass zwar der Raum aus kontinuierlichen Mannigfaltigkeiten besteht oder der <Raum> solche zusammenfasst, aber selbst keine solche Mannigfaltigkeit, d. h. selbst etwa nicht kontinuierlich wäre.

Folglich müssen wir den Raum als Totalität kontinuierlicher Mannigfaltigkeiten mereologisch begreifen, d. h. als Ganzes, das aus virtuellen Teilen besteht. Dann sind kontinuierliche Mannigfaltigkeiten virtuelle Teile eines Ganzen, deren Einheit sich epistemischen Abstraktionsleistungen verdankt, die in Wahrheit aber inhärent transgrssiver Natur sind und insofern in Wahrheit mit ihrer Umgebung »eins« sind. Gerade damit haben wir eine robuste Rechtfertigung für Prämisse (3) erbracht. Graphisch zur Darstellung bringen lässt sich dies wie folgt:

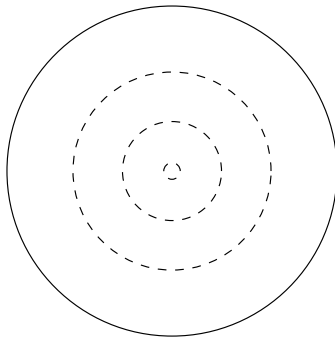


Abbildung 6.2: Der Raum.

Die Prämisse (4) bildet den Brennpunkt unserer Zurückweisung des Begriffs des <Raumes> als selbstgenügsamer Charakterisierung der Natur. Ihr zufolge ist die Totalität aller kontinuierlichen Mannigfaltigkeiten – also der Raum als Ganzes – selbst eine allumfassende kontinuierliche Mannigfaltigkeit. Insofern die Totalität, auf die der Begriff des <Raumes> referiert, ausschließlich aus virtuellen kontinuierlichen Mannigfaltigkeiten und deren unmittelbaren Übergängen ineinander besteht, erbt sie notwendig alle Eigenschaften jener kontinuierlichen Mannigfaltigkeiten, aus denen sie zusammengesetzt ist. Ein Argument, das direkt zeigt, dass der Raum notwendig mereologisch als ein Ganzes gefasst werden muss, das sämtliche Eigenschaften seiner virtuellen Teile enthält, lautet wie folgt: Da kontinuierliche Mannigfaltigkeiten – insofern wir sie unter Sortalbegriffe bringen und in Teil-Ganzes-Verhältnisse einordnen – diskrete Abstraktionen einer sich selbst überschreitenden kontinuierlichen Struktur darstellen, kann ihre Einheit nur virtuell in Bezug auf das Ganze bestehen, dessen echte Teile sie sind. Die Einheit dieser virtuellen Mannigfaltigkeiten ist daher selbst nur kontinuierlich – als Ausdruck der Weise, wie virtuelle Teile in ihre Umgebung übergehen. Der Raum selbst kann daher nichts anderes sein als *eine kontinuierliche Mannigfaltigkeit*, und erbt damit den transgressiven Charakter, der jeder kontinuierlichen Mannigfaltig-

keit zukommt.¹⁸⁵

Wenn wir aber einsehen, dass wir sowohl an Prämisse (3) als auch an Prämisse (4) festzuhalten haben, dann verpflichten wir uns auf den folgenden, problematischen Widerspruch, der sich in antinomischer Form wie folgt darstellen lässt: Entweder ist der Raum eine kontinuierliche Mannigfaltigkeit – dann muss er aber, wie Prämisse (1) zeigt, transgrssiver Natur sein und insofern unmittelbar seine Umgebung übergehen (was seinem Anspruch, ein Ganzes darzustellen, widerspricht); oder der Raum als Ganzer ist selbst keine kontinuierliche Mannigfaltigkeit – dann ist aber gemäß Prämisse (3) fragwürdig, wie es sein kann, dass er kontinuierliche Mannigfaltigkeiten als virtuelle Teile enthalten kann, ohne ihre Formeigenschaft, kontinuierlich zu sein, erben zu müssen.

Es lässt sich also weder Prämisse (3) noch Prämisse (4) eliminieren. Wenn wir aber an beiden Prämissen festhalten müssen und den damit einhergehenden Widerspruch entsprechend nicht durch Eliminierung beseitigen können, dann müssen wir unser Verständnis davon, was es für eine kontinuierliche Mannigfaltigkeit heißt, auf unmittelbare Weise in die sie umschließende Umgebung überzugehen, erweitern und modifizieren. Hier kommt <Zeit> ins Spiel. Hegel schreibt im Paragraphen §257, in welchem er die <Zeit> einführt:

Die Negativität, die sich als Punkt auf den Raum bezieht und in ihm ihre Bestimmungen als Linie und Fläche entwickelt, ist aber in der Sphäre des Außer-sichseyns eben sowohl für sich und ihre Bestimmungen darin aber zugleich als

¹⁸⁵ Pia Schneider hat an dieser Stelle kritisch eingewendet, die These, dass der Raum als Totalität alle Eigenschaften seiner virtuellen Teile erben müsse, sei solange erschlichen, als die Alternative nicht ausgeschlossen werden kann, dass der Raum sich als Totalität gerade von seinen virtuellen Teilen darin unterscheidet, keine Umgebung zu haben. Allerdings müsste man, um mit dem Begriff des <Raumes> eine Totalität einzuführen, die nicht auf unmittelbare Weise in eine Umgebung übergeht, schon voraussetzen, dass es sich bei dem Raum um eine begrenzte Mannigfaltigkeit handelt. Da eine Grenze aber Diskretes in Anspruch nimmt, der Raum als globale Form des Realen selbst nicht aus Diskretem bestehen kann, muss die Totalität des Raumes notwendig alle Eigenschaften ihrer virtuellen Teile erben, entsprechend selbst als kontinuierliche Mannigfaltigkeit gedacht werden und auf unmittelbare Weise in eine sie umschließende Umgebung übergehen.

in der Sphäre des Außersichseyns setzend, dabey als gleichgültig gegen das ruhige Nebeneinander erscheinend. So für sich gesetzt ist sie die Zeit. (§257)

Ich denke, dass sich dieser sperrige Paragraf wie folgt auslegen lässt: Unter »Negativität« versteht Hegel an dieser Stelle zunächst den transgressiven Charakter des Raumes, den wir so eben eines Widerspruchs überführt haben. Dieser Widerspruch lässt sich nur auflösen, wenn der Raum weiterhin als Ganzes begriffen, aber durch eine Umgebung ergänzt wird, in die er übergehen kann. Diese Umgebung muss aber »gleichgültig gegen das ruhige Nebeneinander« erscheinen, d. h. darf selbst keine *räumliche* Umgebung sein, sondern der Raum selbst muss in irgend einem Sinne »außer sich sein«. Der Raum kann so zwar nicht in eine *ihn umschließende* räumliche Umgebung übergehen, aber dafür durchaus in einen *anderen Raum*. Da es sich bei dem Raum jedoch um eine alles erfüllende Mannigfaltigkeit handelt, muss der Übergang von einem Raum in einen anderen Raum von dem Vergehen des Ersteren begleitet sein, so dass jeder Raum schlussendlich verschwindet. Dieses kontinuierliche Verschwinden von einem Raum in einem anderen Raum ist *die Zeit*.

6.3 VON DER ZEIT ÜBER DEN ORT ZU DER BEWEGUNG

Im Folgenden werde ich nachweisen, dass Hegel an dieser frühen Stelle der naturphilosophischen Theoriebildung eine eigentümliche Auffassung von Zeit hat, die sich geläufigen Zeitbegriffen entzieht. Dabei ist besonders auffällig, dass Hegels Zeitbegriff die von McTaggart (1908) eingeführte Unterscheidung zwischen einer A- und B-Reihe unterläuft, insofern <Zeit>, wie ich zeigen werde, *an dieser Stelle* der Theoriebildung *nicht einmal* komparative Zustände wie $t_1, t_2 \dots$ umfasst, und dennoch, in einem ganz eigentümlichen Sinne, *präsentis-*

tisch genannt werden kann.¹⁸⁶ Aber eins nach dem anderen.

McTaggart (1908) führt bekanntlich zwei verschiedene Weisen, Zeit zu strukturieren, anhand des Unterschiedes zwischen der A- und der B-Reihe ein. Die B-Reihe ordnet die Unterschiede zwischen Zeitpunkten durch Relationen des früher-als. Innerhalb der B-Reihe sind zwei Zeitpunkte t_1 und t_2 genau dann unterschieden, wenn etwa $t_1 < t_2$. Im Unterschied dazu ordnet die A-Reihe die Unterschiede zwischen Zeitpunkten nicht alleine durch Relationen des früher-als, sondern ergänzt diese darüber hinaus durch eine indexikalische Auswahlfunktion, die einen gegenwärtigen Zeitpunkt – ein »Jetzt« – designiert. Im Ausgang von diesem gegenwärtigen Zeitpunkt lässt sich dann die Vergangenheit als die Menge aller Zeitpunkte begreifen, die bereits gegenwärtig *waren*, im Unterschied zur Zukunft, die als die Menge aller Zeitpunkte begriffen werden kann, deren Gegenwart *bisweilen aussteht*. Der Begriff der <B-Reihe> ist McTaggart dabei jedoch fundamentaler als der Begriff der <A-Reihe>, insofern asymmetrischen früher-als Relationen unabhängig von einer indexikalischen Auswahlfunktion auf die Gegenwart denkbar sind, der Unterschied in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft allerdings die Unterscheidung in von Zeitpunkten in früher-als Relationen voraussetzt.

Nun ist zunächst anzumerken, dass wie schon der Raum, auch die Zeit für Hegel eine kontinuierliche Dimension markiert, die nur virtuell einteilbar ist, allerdings »reeller Unterschiede«, d. h. der Unterscheidung in verschiedene Zeitpunkte, entbehrt:

¹⁸⁶Ich schreibe hier ausdrücklich »an dieser Stelle«, da sich Begriffe entsprechend Hegels methodischer Begriffsentwicklung nicht nur spezifizieren, sondern auch rückwirkend anreichern. Wie angedeutet, denke ich, dass Hegels Zeitbegriff an dieser Stelle maximal deflationär ist, und dass wir *gerichtete Zeit* über *verschiedene Zustände* erst unter Miteinzeug von begrifflichen Ressourcen zu artikulieren imstande sind, die Hegel in der *organischen Physik* thematisiert. In diesem Sinne weise ich auf Arbeiten von Martin (2012) und Kaufmann und Yeomans (2023) hin, die ebenfalls für einen innigen Zusammenhang zwischen gerichteter Zeit und organischen Lebewesen argumentieren, wenngleich ihre eigene Auslegung Hegels Zeitbegriff in grundsätzlichen Zügen von der meinigen abweicht.

Die Zeit ist eben so kontinuierlich wie der Raum, denn sie ist die abstract sich auf sich beziehende Negativität, und in dieser Abstraction ist noch kein reeller Unterschied. (§258A)

Daraus folgt zunächst, dass <Zeit> an dieser Stelle der naturphilosophischen Theoriebildung keine Reihe von *an sich* wohl unterschiedenen Zeitpunkten repräsentieren kann. An sich kann es sich bei Hegels kosmologischem Zeitbegriff an dieser Stelle der Theoriebildung daher weder um die B- noch um die A-Reihe handeln. Denn sowohl die B- als auch die A-Reihe setzen eine Einteilung der Zeitreihe in Zeitpunkte voraus, wogegen das alleinige kontinuierliche Zerfließen der Zeit, auf das Hegels Begriff der <Zeit> an dieser Stelle der Theoriebildung hinweist, noch keine Ressourcen für eine Einteilung der Zeit in voneinander verschiedene Zeitpunkte bereitstellt.

Wenn wir uns allerdings unter <Zeit> an dieser Stelle der naturphilosophischen Theoriebildung keinen Verlauf von voneinander verschiedenen Zeitpunkten vorstellen können, dann kann es sich bei <Zeit> an dieser Stelle auch nicht um eine Dimension handeln, die durch ein asymmetrisches Richtungsprofil gekennzeichnet sein kann. Denn ein solches Richtungsprofil, das gemeinhin unter der Vorstellung eines »Zeitpfeils« gehandelt wird, setzt die asymmetrische Ausrichtung der Reihe und damit die Einteilung in Zeitpunkte voraus. Hegels Begriff von <Zeit> ist hier also weder mit der A- noch mit der B-Reihe äquivalent.

Aus dem bisher gesagten wird auch ersichtlich, dass Hegels Begriff der <Zeit> nicht mit dem von McTaggart (1927) weiter ausgearbeiteten Begriff der C-Reihe identifiziert werden kann, welche eine bloß lineare Ordnung von Zeitpunkten aufweist, ohne diese durch Relationen des früher-als zu strukturieren. Denn auch die Vorstellung von Zeit als symmetrischer »Block« ist bereits begrifflich anspruchsvoller als Hegels Verständnis von Zeit, da sie ebenfalls die numerische Verschiedenheit von diskreten Zeitpunkten voraussetzt, die mit Hegels

Verständnis vom bisweilen bloß kontinuierlichen Zeitfluss unvereinbar ist.

Um einen positiven Begriff von Hegels Begriff der <Zeit> zu gewinnen, reicht es allerdings nicht aus, ausschließlich auf dessen Kontinuität hinzuweisen. Im Gegenteil gilt es herauszuarbeiten, wie sich überhaupt von einem »Zeitfluss« reden lässt, wenn es bisher an denjenigen Ressourcen mangelt, die *gemeinbin* für die Konzeptualisierung des Zeitflusses in Anspruch genommen werden – nämlich eine durch diskrete Zeitpunkte gewährleistete Ausrichtung der Zeitdimension. Um die Pointe von Hegels Begriff der <Zeit> an dieser Stelle der Theoriebildung zu verstehen, geht es daher zunächst darum, dass wir uns erneut vor Augen führen, worin Hegel zufolge der Zeitfluss eigentlich besteht.

Wie ich weiter oben gezeigt habe, besteht die Zeit Hegel zufolge darin, dass ein Raum aufgrund seiner transgressiven Natur in einem anderen Raum verschwindet. Es ist daher zunächst noch einmal festzuhalten und zu unterstreichen, dass die Zeitdimension kein allgemeines Medium darstellt, in dem über den Umstand hinaus, dass dort Zeit fließt, *auch noch* ein Entstehen und Vergehen stattfinden. Im Gegenteil bezeichnet <Zeit> als Titel nichts anderes, als das Phänomen des Verschwindens selbst, an dieser Stelle das Verschwinden eines Raumes in einem anderen:

Aber nicht *in* der Zeit entsteht und vergeht Alles, sondern die Zeit selbst ist diß Werden, Entstehen und Vergehen, das seyende Abstrahiren, der Alles gebährende und sein Geburten zerstörende (§258A; meine Hervorhebungen)

Dass Hegel unter der Zeit das »Alles gebährende und sein Geburten zerstörend« versteht, könnte zunächst bloß Ausdruck des Umstandes sein, dass <Zeit> die Vergänglichkeit der Dinge zum Ausdruck bringen soll. Allerdings denke ich, dass sich vor dem Hintergrund des abstrakten Inventars, mit dem wir die Natur an dieser Stelle des Theoriebildungsprozesses

eingerrichtet haben, noch eine weitere Einsicht verbinden lässt. Denn Hegel schreibt, dass die Zeit ein

absolutes Aussersichkommen, ein Erzeugen des Eins, Zeitpunctes, des Itzt, das unmittelbar das Zunichtwerden desselben und stätig wieder das Zunichtwerden dieses Vergehens ist; so daß diß sich Erzeugen des Nichtseyns eben so sehr einfache Gleichheit und Identität mit sich ist. (21:178)

Hegel behauptet in dieser Passage nicht nur im Allgemeinen, dass in der Zeit alles vergeht und verschwindet, sondern auch, dass die Zeit zugleich auch »das Zunichtwerden dieses Vergehens ist«, welches Hegel in seiner Auseinandersetzung mit dem Begriff des <Werdens> auch als das »Verschwinden des Verschwindens« (21:93)) bezeichnet. Ich möchte vorschlagen, dass die Passage wie folgt verstanden werden sollte: <Zeit> bezeichnet das Verschwinden eines Raumes in einem anderen. Insofern wir bis hierhin Zeit allein durch diese Eigenschaft des kontinuierlichen Verschwindens der Räume charakterisiert haben, bestehen an dieser Stelle keine begrifflichen Ressourcen, um auszudrücken, dass das Verschwundene irgendwie »aufbewahrt« ist, sodass wir es als Entität innerhalb eines temporalen Modalraums unterbringen könnten, in dem es entweder als »vergangene Entität« in einer Relation zum Gegenwärtigen steht oder aber auch als Entität, die in Relationen des Früher-als stehen könnte. Hegels Position lässt sich an dieser Stelle daher treffend als »kosmologischer Präsentismus« charakterisieren, demzufolge an sich nichts als das kontinuierliche gegenwärtige Verschwinden eines Raumes in einem anderen besteht. Verschwindet das Verschwinden, verschwinden damit auch alle Entitäten, die es zur Konstitution einer Zeit gemäß der A- oder B-Reihe bedarf. Da es so keine Ressourcen gibt, um einen »vergangenen Zustand« im Gegenwärtigen virtuell aufzuheben, verschwindet das Vergehen und damit die Vergangenheit selbst, sodass nur die Gegenwart verbleibt. Graphisch dargestellt:

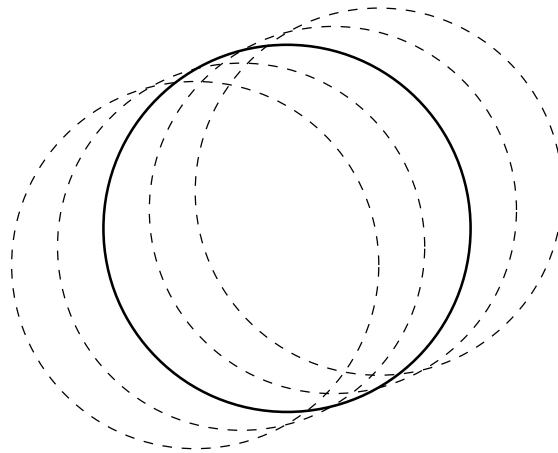


Abbildung 6.3: Die transgressive Zeit.

Bisher bezeichnet der Begriff der <Zeit> ausschließlich das globale Verschwinden des Raumes in einem anderen Raum. Auf Grundlage dieses Verständnisses von Raum und Zeit argumentiert Hegel nun in den §§260–262, dass ein raumzeitliches Universum notwendig Bewegung einschließen muss. Allerdings gewinnt Hegel den Begriff der <Bewegung> nicht geradewegs, sondern vermitteltst eines Umweges, nämlich über den Begriff des <Ortes>.

Der »Standardlesart« zufolge, wie sie etwa von Houlgate (2005) und Winfield (1998) vertreten wird, versteht Hegel unter dem Ort ein Korrelat einer räumlichen Mannigfaltigkeit und einem Zeitpunkt. Dieses Verständnis vom <Ort> wird dabei wie folgt motiviert: An dieser Stelle der Theoriekonstruktion wissen wir, dass der Raum einem kontinuierlichen Verschwinden unterliegt. Deshalb dürfen wir davon ausgehen, dass es keinen Raum geben kann, der nicht immer schon einem bestimmten Zeitpunkt zugeordnet ist. Raum und Zeit stehen nicht »nebeneinander« sondern sind Aspekte ein und desselben Raum-Zeit-Systems. Der Raum ist somit global der Zeit zugeordnet, und jede räumliche Mannigfaltigkeit, die sich im Raum unterscheiden lässt, ist entsprechend nur als Aspekt eines Ortes, d. h. als Element eines

Raum-Zeit-Korrelats zu verstehen.

Dabei ist es den Standardlesarten ein Anliegen, den Ort, um einen Begriff von Martin (2025) aufzugreifen, als eine »konjunktive Verknüpfung« von Raum und Zeit aufzufassen, der damit sogleich das Phänomen der *Dauer* erklärt. Unter Dauer wird bekanntlich verstanden, dass etwas trotz (zeitlicher) Veränderung mit sich identisch bleibt. Ein Lebewesen dauert an, insofern es trotz Veränderungen, die sich in seiner Umwelt auf tun, dasjenige bleibt, was es ist. Der <Ort> als Konjunktion von Raum und Zeit soll nun dieses Phänomen fundieren, insofern der <Ort> eine räumliche Mannigfaltigkeit bezeichnet, die dasjenige bleibt, was sie ist, obwohl sie dem zeitlichen Vergehen unterliegt. Die Vorstellung ist also die, dass ein Ort *ein und dieselbe* räumliche Mannigfaltigkeit bezeichnet, der numerisch verschiedene Zeitpunkte zugeordnet sind. Houlgate bringt dies wie folgt auf den Punkt:

For Hegel, therefore, a place is not just spatial but is a part of space existing in and enduring through time. It constantly vanishes into the past and yet, in so doing, persists as one and the same place (Houlgate, 2005, 130)

Fassen wir dies unter dem Titel des konjunktiven Ortbegriffes zusammen:

Definition 21 (Konjunktiver Ortbegriff): Der <Ort> bezeichnet eine additive Verknüpfung von Raum und Zeit, sodass ein und derselben räumlichen Mannigfaltigkeit intrinsisch verschiedene, aufeinander folgende Zeitpunkte zugeordnet ist.

Bevor ich meine subtile Kritik an der Standardlesart ausdrücklich mache, möchte ich zunächst einmal deutlich machen, in welchen Hinsichten ich der Standardlesart zustimme. Ich denke, dass es erstens richtig ist, zu behaupten, dass Hegel mit dem <Ort> die irreduzible Einheit der Raum-Zeit kenntlich macht, und ich denke, dass es zweitens zutrifft, dass der Ort nicht nicht bloß einen, sondern *mehrere* aufeinanderfolgende Zeitpunkte umfasst und insofern die abstrakte Grundlage des Phänomens der Dauer darstellen soll. Allerdings denke

ich, dass die Standardlesarten falsch liegen, wenn sie davon ausgehen, dass der Ort nur *eine* räumliche Mannigfaltigkeit einschließt, die gleich bleibt, während sie verschiedenen Zeitpunkten zugeordnet ist. Im Gegenteil denke ich, dass Hegel mit dem <Ort> eine Einheit von verschieden Raummannigfaltigkeiten und Zeitpunkten bezeichnen möchte. Aber was soll das heißen?

Ich habe bereits weiter oben dafür argumentiert, dass <Zeit> der Titel für das Verschwinden eines Raumes in einen anderen Raum, und entsprechend das Verschwinden jeder virtuellen räumlichen Mannigfaltigkeit in einer anderen räumlichen Mannigfaltigkeit, bezeichnet. Wenn das richtig ist, dann kann der <Ort> allerdings keine räumliche Mannigfaltigkeit kenntlich machen, die bleibt, was sie ist, obwohl sie dem Fluss der Zeit unterliegt. Denn weil der Zeitfluss Ausdruck des Verschwindens des Raumes in einen anderen Raum bezeichnet, verschwindet jeder Raum in einem anderen Raum, bloß insofern er dem Zeitfluss unterliegt.

Hinsichtlich Hegels Definition des <Ortes> in §261 bestätigt sich meine These, dass der Raum nicht eine Konjunktion von einer räumlichen Mannigfaltigkeit und verschiedenen Zeitpunkten darstellen kann, insofern Hegel das Verhältnis von Raum und Zeit im Ort nicht konjunktiv, sondern adjektivistisch bestimmt:

Der Ort ist die räumliche somit gleichgültige Einzelheit, und ist diß nur als räumliches Jetzt, als Zeit, so daß der Ort unmittelbar gleichgültig gegen sich als diesen, sich äußerlich, die Negation seiner und ein anderer Ort ist. (§261)

In diesem Textabschnitt macht Hegel ausdrücklich deutlich, dass der Ort nicht als logische Konjunktion von Raum und Zeit, sondern beide vielmehr als adjektivistische Modifikation voneinander zu begreifen sind, d. h. zum Beispiel den Raum als »räumliches Jetzt«. Ich denke, die adjektivistische Modifikation lässt sich im Kontrast zum konjunktiven Verknüpfen so verstehen, dass sie nicht Raum und Zeit so verbindet, dass zwar qualitativ beide nicht ohne

einander, quantitativ aber verschiedene Zeitpunkte ein und dem selbem Raum zugeordnet werden können, sondern vielmehr so, dass jeder räumlichen Mannigfaltigkeit nur genau ein Zeitpunkt zugeordnet werden kann:

Definition 22 (adjektivistischer Ortbegriff): Der <Ort> bezeichnet eine adjektivistische Verknüpfung von Raum und Zeit, sodass jeder räumlichen Mannigfaltigkeit intrinsisch genau ein Zeitpunkt und umgekehrt jedem Zeitpunkt genau eine räumliche Mannigfaltigkeit zugeordnet ist.

Ausgehend vom adjektivistischen Verständnis vom <Ort> lässt sich nun zur <Bewegung> fortschreiten, insofern sich zeigen lässt, dass die zeitliche Instabilität des Ortes selbst die Bewegung des Ortes ist. Denn ein Ort ist ein Korrelat einer bestimmten räumlichen Mannigfaltigkeit s_n und einem bestimmten Zeitpunkt t_n . Anders ausgedrückt: Orte sind Raum-Zeit-Koordinaten. Wenn nun das Verschwinden räumlicher Mannigfaltigkeit, das durch die Zeit ausgedrückt wird ($t_1 \rightarrow t_2$), den Umstand kennzeichnet, dass jede räumliche Mannigfaltigkeit in eine andere räumliche Mannigfaltigkeit übergeht und in dieser verschwindet ($s_1 \rightarrow s_2$), dann kann auch kein Ort eine räumliche Mannigfaltigkeit beheimaten, die bleibt, was sie ist. So lässt sich <Bewegung> wie folgt definieren:

Definition 23 (Bewegung): Bewegung ist das Verschwinden eines Ortes – einer spezifischen Raum-Zeit-Koordinate – in einem anderen Ort – einer anderen spezifischen Raum-Zeit-Koordinate.

Begreift man unter dem <Ort> also eine adjektivistische Verknüpfung zwischen Raum und Zeit, dann erübrigt sich die Notwendigkeit für ein technisches Argument, das erklärt, warum Orte Bewegung voraussetzen. Denn wenn <Zeit> nichts anderes als der Titel für das Vergehen von einem Raum in einen anderen Raum ist, und es sich bei einem Ort um spezifische Korrelate von räumlichen Mannigfaltigkeiten und Zeitpunkten handelt, dann kann

kein Ort dort bleiben, wo er ist, sondern muss – wie auch der Raum insgesamt – in einen anderen seiner Art übergehen, seinen Ort verändern, d. h. sich bewegen.¹⁸⁷

6.4 DAS INHOMOGENE MATERIEFELD

Der nächste Grundbegriff, den Hegel im Rahmen seiner naturphilosophischen Theoriebildung einführt, ist der der <Materie>. Bis auf einen nur allzu kurzen Rückverweis auf den Übergang vom Ort zur Bewegung und einen damit zusammenhängenden »Widerspruch« gibt Hegel einem aber nicht wirklich ein Argument an die Hand, das uns verstehen lässt, warum die Natur notwendig von Materie erfüllt sein muss. Dies kann jedoch unmöglich daran liegen, dass Hegel den Übergang von <Bewegung> zur <Materie> nicht für substantiell oder wichtig erachtet hat – lässt sich doch die Anmerkung zur <Materie> zu den längeren Anmerkungen im ersten Abschnitt der Mechanik zählen, in der Hegel ausdrücklich macht, dass dieser Übergang sogar »für den Verstand unbegreiflich« (§261A) zu sein scheint.¹⁸⁸

Nun lässt sich allerdings im Ausgang von der weiter oben skizzierten transgressiven Natur des Ortes ein »transzendentalontologisches« Argument entwickeln. Dies besagt kurzgesagt, dass vor dem Hintergrund des kosmologischen Präsentismus die Materie eine wesentliche Bedingung der Möglichkeit der Ortsbewegung ist. Wird die Materie nicht berücksichtigt,

¹⁸⁷Dieser Ansatz erlaubt es uns, ein Problem zu umgehen, welchem die konjunktive Lesarten in ihrem Versuch, Materie und Ort zu verbinden, zum Opfer fallen. Denn der konjunktiven Lesart zufolge ist ein Ort eine logische Verknüpfung von Raum und Zeit, während die reale Einheit von Raum und Zeit in Bewegung zu finden sei. Allerdings insistieren konjunktiven Lesarten im Kontext der Bewegung zugleich darauf, dass es die Materie und nicht der Ort ist, der sich in Bewegung befinden muss. Dies liegt daran, dass sie davon ausgehen, dass Orte dort bleiben müssen, wo sie sind, um sozusagen als der statische Hintergrund der Materie in Bewegung fungieren zu können. Allerdings ist dann unklar, wieso es Orte sein müssen, die als statischer Hintergrund fungieren, wenn Orte als logische Verknüpfungen von Raum und Zeit verstanden werden, die ihren Ursprung *per definitionem* ja eigentlich im Denken nehmen können.

¹⁸⁸Dabei steht fest: »Wie es keine Bewegung ohne Materie giebt, so auch keine Materie ohne Bewegung.« (24.3:1208).

dann lässt sich nämlich zeigen, dass der bisher gewonnene Bewegungsbegriff in einem Widerspruch kollabiert. Hegel schreibt:

Diß Vergehen und Sich-wiedererzeugen des Raums in Zeit und der Zeit in Raum, daß die Zeit sich räumlich als Ort, aber diese gleichgültige Räumlichkeit ebenso unmittelbar zeitlich gesetzt wird, ist die Bewegung. – Diß Werden ist aber selbst eben so sehr das in sich Zusammenfallen seines Widerspruchs, die unmittelbar identische daseyende Einheit beider, die Materie. (§261)

Unter Bewegung haben wir verstanden, dass Orte adjektivistisch modifizierende Raum-Zeit-Korrelate darstellen, die transgressiv sind, d. h. notwendig über sich hinaus weisen und von selbst in andere Orte übergehen. Hegel schreibt in diesem Paragrafen nun, dass dieses »Werden« der Orte solange widersprüchlich ist, wie nicht berücksichtigt wird, dass es etwas geben muss, das verschiedene Orte durchgängig beheimatet und insofern die »daseyende Einheit beider« darstellt. Aber was genau soll das bedeuten?

Der Grundgedanke in dieser Passage scheint mir der Folgende zu sein: Bewegung bezeichnet das Phänomen der Ortsveränderung, d. h. die transgressive Natur des Ortes. Es ist demnach für Bewegung wesentlich, mehrere Orte, d. h. verschiedene Raummannigfaltigkeiten zu unterschiedlichen Zeitpunkten, zu durchlaufen. Nun verpflichtet sich Hegel mit seinem kosmologischen Präsentismus allerdings auf die These, dass das Vergangene selbst vergeht und das Verschwinden selbst verschwindet, d. h. eigentlich nichts als die unmittelbare Gegenwart, d. h. kontinuierliche Zerfließen des Zeitstroms, bleibt. Wenn nun allerdings nichts als das stets Gegenwärtige existiert, dann ist Bewegung unmöglich. Denn wenn Bewegung den Umstand bezeichnet, dass verschiedene Orte ineinander übergehen, derjenige Ort, von wo aus die Bewegung ihren Anfang genommen hat, aber in dem Moment, in dem die Bewegung über den Ort hinaus ist, nicht mehr existiert, dann ist unverständlich, worin die Bewegung

bestehen soll.

Wenn es nicht mehr als das schlechthin Gegenwärtige gibt, dann kann auch keine Folge von ineinander verschwindenden Orten existieren, die die Bewegung durchlaufen könnte. Es muss daher etwas *am* Ort geben, dass trotz seines Verschwindens bleibt, d. h. etwas, das die Bewegung mit in jeden Ort, den sie durchläuft, mitbringt. Solange es nicht etwas gibt, dass die ineinander verschwindenden Orte zusammenhält, ist Bewegung unmöglich. Halbformal zusammengefasst:

- (1) Für jede Bewegung ist es konstitutiv, mehrere Orte zu durchlaufen.
- (2) Jeder Ort, der Station einer Bewegung ist, muss etwas mitbringen, das ihn mit den anderen Orten als Stationen einer Bewegung verbindet.
- (3) Weil jeder Ort verschwindet, kann es nichts geben, das Orte zur Bewegung verbindet.
- (4) \therefore Es ist für jede Bewegung konstitutiv, mehrere Orte zu durchlaufen, und es gibt nichts, kraft dessen die Bewegung mehrere Orte durchlaufen kann [aus (1), (2) und (3)]
- (5) $\therefore \perp$ [aus 4)].

Insofern Prämisse (1) *per definitionem* gilt, sind nur Prämissen (2) und (3) diskussionswürdig. Ich denke, dass sich Prämisse (2) nahtlos aus Hegels kosmologischem Präsentismus ergibt. Denn eine Bewegung durchläuft verschiedene Orte. Wenn es nur das schlechthin Gegenwärtige gibt, und jeder Ort in einem anderen Ort verschwindet, dann muss es etwas an Orten geben, das sein Verschwinden überdauert und ihn mit anderen Orten zu Stationen einer Bewegung verbindet.

Dagegen verweist Prämisse (3) lediglich auf den Umstand, dass uns an dieser Stelle der naturphilosophischen Theoriebildung keine Ressourcen bereitstehen, um anzugeben, was an einem Ort sein könnte, der ihn nach seinem Verschwinden in einen Zusammenhang zu

anderen Orten, die gemeinsam Stationen einer Bewegung sind, bringen könnte. Es muss also eine Quelle für den Zusammenhang derjenigen Orte geben, die die Bewegung durchläuft, und diese Quelle kann nicht in dem kontinuierlich verschwindenden Orten selbst liegen. Denn was verschwunden ist, kann nicht Station einer Bewegung sein.

Die Quelle der Einheit der Orte in der Bewegung kann also nur durch etwas gewährleistet werden, dass das Verschwundene mit dem Gegenwärtigen verbindet, und zwischen dem, was nicht mehr ist, und dem, was gegenwärtig ist, einen Zusammenhang herstellt, der selbst nicht verschwindet. Einen solchen Zusammenhang kann aber nur *die Materie* stiften. Denn <Materie> bezeichnet dasjenige, was bleibt, obwohl sich sein Ort, d. h. die Raum-Zeit-Koordinate, verändert. Die Bewegung, die zunächst als Bewegung von einem Ort zu einem anderen Ort erschien, hat sich damit als die Bewegung der Materie zu erkennen gegeben. Zur Natur als Raum-Zeit-System gehört somit wesentlich, und nicht bloß *per accidens*, die bewegte Materie.

Auf den Nachweis, dass zur Raum-Zeit notwendig bewegte Materie hinzu gehört, folgt in Hegels eigener Darstellung das Kapitel von der endlichen Mechanik (§§262–268), in der es darum geht, die notwendigen Bedingungen zu eruieren, unter denen bewegte Materie überhaupt möglich ist.

Die erste Bedingung, die Hegel explizit macht, besteht darin, dass bewegte Materie notwendig in der Gestalt eines *einzelnen Körpers* auftreten muss, d. h. einer materiellen Mannigfaltigkeit, die sich von ihrer Umgebung auf irgendeine Art unterscheidet. Dies liegt daran, dass dasjenige, was mit sich selbst identisch bleibt und somit den Zusammenhang der Orte der Bewegung sicherstellt, von seiner Umgebung unterschieden sein muss. Denn wäre die bewegte Materie nicht von ihrer Umgebung unterschieden, dann bliebe unverständlich, wieso

sich gerade *diese* materielle Mannigfaltigkeit in Bewegung befindet, und nicht eine andere an einem anderen Ort.

Handelt es sich bei bewegter Materie aber um etwas, das nur dank der Realisierung in einzelne Körper möglich ist, dann muss es eine zweite Bedingung, nämlich irgendeine die Einheit der Materie betreffende »Grundkraft« geben, die dafür Sorge trägt, dass sich eine materielle Mannigfaltigkeit gerade in der Konstellation dieses einen Körpers an diesem einen Ort befindet, und nicht in Konstellation mit anderer Materie an einem anderen Ort. Diese Kraft, die auf diese Weise den Körper von seiner Umgebung unterscheidet, indem sie dessen materielle Mannigfaltigkeit zusammenzieht, ist die *Attraktivkraft*. Allerdings kann die Attraktivkraft nicht alleine daherkommen. Denn wenn die Attraktivkraft, die Materie zusammenzieht, ohne Gegenspieler wirken würde, dann gäbe es nur eine Kraft, die die Materie zusammenzieht. Dann aber würden materielle Mannigfaltigkeiten in etwas kollabieren müssen, was absolut einfach ist – einen Punkt, unter dem Bewegung unmöglich wäre. Es muss neben der Attraktivkraft also eine zweite Grundkraft geben, die entgegen der Tendenz der Attraktivkraft wirkt und mit der diese zusammen ein Equilibrium bildet, welches insgesamt für eine Verteilung von materiellen Mannigfaltigkeiten sorgt, die auf stetige Weise zusammenhängen, ohne dabei spröde zu sein. Die gesuchte zweite Grundkraft nennt Hegel *die Repulsivkraft*.

Obwohl wir hiermit festgestellt haben, dass Materie in der Gestalt einzelner Körper auftreten muss, welche von zwei Grundkräften im Gleichgewicht gehalten werden, insofern diese die materiellen Mannigfaltigkeiten zusammenhalten, ohne sie im Punkt kollabieren zu lassen, so ist an dieser Stelle der naturphilosophischen Theoriebildung allerdings noch unklar, wie die Materie *insgesamt* im Raum-Zeit-Kontinuum verteilt sein muss. Im Folgenden geht

es daher um die Frage, ob es sich bei einzelnen Körpern um diskrete Entitäten handeln kann, die von einer bloß räumlichen Umgebung unterschieden sind, oder ob es sich bei der Raum-Zeit um eine bloße Abstraktion handelt, die durchwegs von Materie erfüllt ist.

Hinsichtlich der Frage nach der globalen Verteilung der Materie innerhalb des Raum-Zeit-Systems bezieht Hegel im Rahmen seiner philosophischen Enzyklopädie immer wieder Stellung, insofern er die Vorstellung von einer diskreten Verteilung ablehnt und die Vorstellung von einem reinen Raum als Abstraktion abtut (§253A, §255 und §258A). Hegel zufolge ist die Raum-Zeit insofern in Wahrheit ein stetig zusammenhängendes *Materiefeld*. Allerdings habe ich selbst keine Textstelle ausfindig machen können, in der Hegel explizit dafür argumentiert. Der Umstand, dass sich Hegel ein solches Argument spart, könnte den Anschein erwecken, dass es gar keines Arguments für die kontinuierliche Feldverteilung der Materie bedarf, insofern wir bereits gezeigt haben, dass es sich bei der Raum-Zeit insgesamt um ein Kontinuum handeln muss. Denn ist die Raum-Zeit insgesamt kontinuierlich, dann muss alles, auch die Materie, die in dasselbe eingelassen ist, ebenfalls kontinuierlich sein, sodass es nirgendwo einen »Nullpunkt« an Materie – einen reinen Raum – geben kann.

Allerdings handelt es sich bei dieser Begründung um ein *non sequitur*, da die Weise, in der wir das Attribut der Kontinuität bei <Raum> und <Zeit> eingeführt haben, nämlich als Weise eines stetigen Zusammenhanges, an dieser Stelle mit dem diskreten Abknicken in einen Nullpunkt von Materie grundsätzlich erst einmal kompatibel ist.¹⁸⁹

¹⁸⁹Für die Möglichkeit des qualitativen Knicks trotz quantitativer Kontinuität argumentiert Hegel im Maßkapitel: »Von der qualitativen Seite wird daher das bloß quantitative Fortgehen der Allmähligkeit, das keine Grenze an sich selbst ist, absolut abgebrochen, und indem die neu eintretende Qualität um ihres quantitativen Unterschieds selbst willen eine gegen die verschwindende unbestimmt andre, eine gleichgültige ist, so ist der Uebergang ein Sprung; die verschwundene und die neu eintretende sind völlig äusserliche.« (I 1:217). , Unabhängig davon lässt sich der Knick aber auch am Beispiel eines mathematischen »Knicks«, veranschaulichen: Ein klassisches mathematisches Beispiel für einen diskreten Knick innerhalb einer kontinuierlichen Umgebung ist die Betragsfunktion $f(x) = |x|$. An $x = 0$ hat sie einen Knick, d. h. es gibt keine Ableitung für $f(0)$. Die

Jedoch denke ich, dass wir bereits weiter oben hinreichend begriffliche Ressourcen freigelegt habe, um nachweisen zu können, dass die Raum-Zeit durchgängig von Materie erfüllt sein und es sich bei der Raum-Zeit insofern um ein Materiefeld handeln muss. Denn weiter oben habe ich erstens gezeigt, dass Orte – Raum-Zeit-Einheiten – von Haus aus einen progressiven Charakter haben und sich insofern in Bewegung befinden müssen. Und zweitens habe ich nachgewiesen, dass Orte sich nur genau dann in Bewegung befinden können, wenn es etwas an ihnen gibt, das ihrem Verschwinden widersteht. Da aber Bewegung unmöglich ist, wenn die Orte, die sie durchläuft, nicht durch Materie zusammengehalten wird, muss jeder Ort, d. h. jede Raum-Zeit-Einheit von Materie erfüllt sein. Entsprechend kann es in der Raum-Zeit keinen unerfüllten Raum geben.¹⁹⁰

Ein einzelner Körper ist insofern keine diskrete Einheit, die von einer bloß räumlichen Umgebung unterschieden ist, sondern eine Ausprägung in dem Materiefeld, die, wenn sie sich in Bewegung befindet, nicht in ein »räumliches Nichts«, sondern in die sie umgebende Materie hinein expandiert und diese, dank der Repulsivkraft, verdrängt.¹⁹¹ So betrachtet

Funktion selbst ist also stetig, aber die Ableitung springt von -1 für $x < 0$ zu $+1$ für $x > 0$.

¹⁹⁰Houlgate (2005) liegt daher falsch, wenn er Hegel die Vorstellung, es gäbe »leeren Raum«, unterschiebt: »Matter can only be the explicit unity of attraction and repulsion, therefore, if it differentiates itself into many different central bodies, each of which is separated from the others by empty space« (144).

¹⁹¹Hegel folgt somit einer grundsätzlich aristotelischen Einsicht, dass Bewegung im Vakuum unmöglich ist, welche in dem scholastischen Umfeld des Hoch- und Spätmittelalters unter der Phrase *natura horror vacui* – die Natur verabscheut das Vakuum – zusammengefasst worden ist. Aristoteles selbst argumentiert dabei, dass Bewegung nur durch die Wirkung eines Mediums möglich ist (wie etwa Luft oder Wasser). Ohne Widerstand durch ein Medium (*ex hypothesi*: eine Bewegung im Vakuum), gäbe es entweder gar keine Bewegung, weil es keinen Kontakt und kein Medium gibt, das Bewegung »vermittelt«, oder unendlich schnelle Bewegung, weil kein Widerstand da ist. (vgl. Aristoteles, Physik IV, 213b–217a). Galilei argumentiert in den Discorsi gegen Aristoteles, dass Bewegung im Vakuum weder unmöglich noch instantan sei. In dem inszenierten Dialog bringt die Figur Sagredo das Beispiel zweier glatter Platten vor, die beim raschen Auseinanderziehen einen Widerstand zeigen und kurzzeitig aneinander haften. Daraus schließt er, dass zwischen den Platten ein kurzzeitiges Vakuum entsteht und Bewegung darin nicht instantan erfolgt – im Gegensatz zur aristotelischen Lehre, wonach ein Vakuum weder existieren noch Bewegung in ihm möglich sei (Galilei, 2015, Tag 1, §§21–25). Das Argument ist jedoch intrinsisch fehlerhaft. Denn erstens wird eine zukünftige Ursache (das durch die Trennung entstehende Vakuum) zur Erklärung einer gegenwärtigen Wirkung (der Haftung der Platten) herangezogen – was logisch

handelt es sich beim Raum (und auch Zeit) dann nicht mehr um von der Materie unabhängige Größen, die wie »Behälter« fungieren, in der Materie eingelassen ist, sondern um wesentliche Züge der Materie selbst, d. h. um Größen, die, für sich genommen, nichts als »Abstraktionen« (21:546) sind.

Im Unterschied zur Frage, welche Weise des Zusammenhangs das Materiefeld aufweist, lässt sich allerdings auch noch die Frage stellen, wie die Materie im Feld verteilt ist – *die Materiefeldverteilung*. Bisher haben wir nur gezeigt, dass die Raum-Zeit von Materie erfüllt sein muss, welche sich wiederum in Bewegung befindet. Dies scheint soweit mit der Vorstellung einer bloß homogenen Materiefeldverteilung kompatibel zu sein, die sich grafisch wie folgt darstellen lässt:

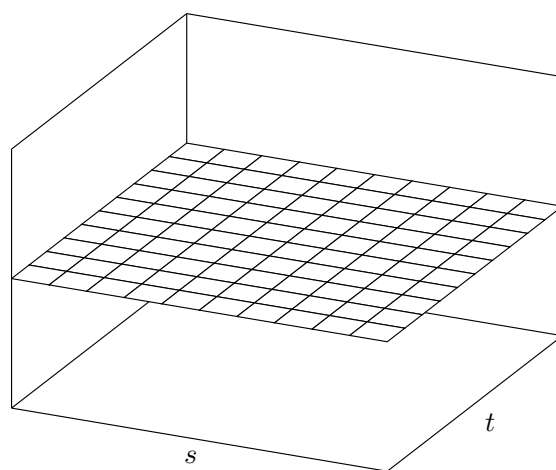


Abbildung 6.4: Homogene Mannigfaltigkeit

Nun vertritt Hegel neben der These, dass die Materie auf eine kontinuierliche Weise notwendig die gesamte Raum-Zeit lückenlos erfüllt, allerdings auch noch die These, dass die unzulässig ist. Und zweitens interpretiert Sagredo die beobachtete Wirkung fälschlich als Folge eines Vakuums, obwohl sie sich aus heutiger Sicht durch Adhäsionskräfte, Oberflächenspannung und Luftdruckunterschiede erklären lässt – also ohne dass ein echter leerer Raum vorliegt. Die Argumentation verfehlt somit sowohl logisch als auch physikalisch die Bedingungen einer tragfähigen Widerlegung der aristotelischen Position.

Materie notwendig auf eine *inhomogene* Weise verteilt, d. h. nicht überall gleichmäßig ausgeprägt ist, worauf Hegel in §263 hinweist:

Die Materie hat zunächst als bloß allgemein und unmittelbar nur einen quantitativen Unterschied und ist besonders in verschiedene Quanta, – Massen, welche in der oberflächlichen Bestimmung eines Ganzen oder Eins, Körper sind. Gleichfalls unmittelbar ist der Körper von seiner Idealität unterschieden, und ist zwar wesentlich räumlich und zeitlich, aber als im Raume und in der Zeit, und erscheint als deren gegen diese Form gleichgültiger Inhalt. (§263)

Aber wie auch schon im Fall des Materiefeldes bringt Hegel auch in diesem Fall die These, dass die Raum-Zeit über eine *inhomogene* Feldverteilung der Materie verfügen muss, eher »unter der Hand« ins Spiel, indem er die Unterscheidung des Materiefeldes und einzelner Körper über den Begriff »quantitativer Massen« einführt.

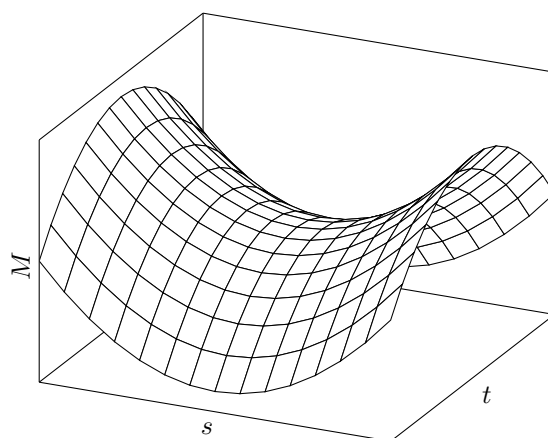


Abbildung 6.5: Inhomogene Mannigfaltigkeit

Dies kann selbst allerdings nicht schon als ein aussagekräftiges Argument für die inhomogene Feldverteilung der Materie begriffen werden. In den sogenannten Jenear Schriften finden sich zwar Überlegungen Hegels, die die Inhomogenität des Materiefeldes zur Kondition

für dessen Bewegung erklärt.¹⁹² Aber auch diese Überlegungen sind eher plausibilisierender Natur und scheinen keinen Anspruch auf Notwendigkeit zu besitzen.

Ein Argument, weshalb es wesentlich zur Natur hinzu gehört, ihre Materie in einer inhomogenen Feldverteilung zu organisieren, lässt sich allerdings mit besonderem Augenmerk auf die Intelligibilitätsbedingungen der bewegten Körper dingfest machen. Denn weil es keinen absoluten Raum gibt, zu dem sich relativ die Veränderung der Raum-Zeit-Koordinaten bewegter Körper bestimmen lassen, kann sich Ortsveränderung bewegter Körper nur in Relation zu anderen Körpern ausdrücken. Ausgehend davon lässt sich das Argument für die inhomogene Feldverteilung der Materie wieder als *reductio* formulieren: Wenn die Natur über eine homogene Feldverteilung der Materie verfügen würde, dann gäbe es nichts, kraft dessen sich die Körper voneinander unterscheiden ließen. Die Bewegung der Körper hätte somit naturseitig keinen realen Halt, weil es nichts gibt, indem sich die Bewegung einzelner Körper ausdrücken könnte. Formal zusammengefasst:

- (1) Wenn sich zwei Körper in Bewegung befinden, dann muss es eine Eigenschaft geben, in der sich der Unterschied zwischen beiden Körpern ausdrückt.
- (2) Wenn die Materieverteilung des Universums homogen wäre, dann würde es kei-

¹⁹² »Diese Unwirklichkeit der achsendrehenden Sphäre ist so erschienen, daß man gefragt hat, wie kann man sie für sich selbst erkennen. Man stellt sich eine sich achsendrehende Kugel vor, ihre Achse ist das feste, oder ihr Ort; mein Standpunkt ebenso, zwischen beyden ist die Veränderung der Örter des übrigen; also bloß durch den Punkt ausser ihr kann sie erkannt werden. Dieser Punkt gilt als zufällig, und die Frage ist nur in Beziehung aufs Erkennen gestellt; aber sie ist nur durch Beziehung des Punkts ausser ihr erkennbar, ist soviel, als daß sie wirklich sey, ist dieser nothwendig – Die Erde dreht sich um ihre Achse, wir wissen von dieser Bewegung nichts, alles an dieser Masse bleibt, es verändert nichts sein Verhältniß zum ändern in dieser Bewegung, oder keins seinen Ort, so daß der eine der itzt [ist], sich als Vorher und Nachher bestimmte; es ist keine Zeit daran, erst in Vergleichung auf einen Stern, unbestimmt ob er, oder ob wir uns bewegen. Sie ist nicht in Beziehung auf sich, sondern in Beziehung auf ein anderes, das Bewußtseyn das sich fest darauf richtet; einen Punkt [der] Achse festhält, ihn unterscheidet von den ändern, die es ebenso an der Oberfläche, hie und da unterscheidet – Sonnenflecken, Achsendrehung; aber der Unterschied derselben ist kein Unterschied des Orts. Die Bewegung als Bewegung hat hier noch keine Wirklichkeit; von der Ruhe der Achse geschieden ist sie nicht wie sie in Wahrheit ist.«
(8:27)

ne Eigenschaft geben können, auf Grund derer sich der Unterschied der Bewegung zwischen zwei Körpern ausdrücken könnte.

(3) $\therefore \perp$ [aus (1) und (2)]

Prämisse (1) besteht lediglich in der Anwendung des PII. Wenn es zwei Körper gibt, die sich relativ zueinander bewegen, setzt dies nicht nur voraus, dass beide bloß numerisch verschieden sind, sondern auch, dass es eine Eigenschaft gibt, kraft derer sich beide voneinander unterscheiden lassen.

Wie Prämisse (2) nun argumentiert, kann die Eigenschaft, kraft derer sich zwei Körper unterscheiden, allerdings nicht alleine durch Rückgriff auf ihren Ort gelingen, da der Ort, um bestehen zu können, notwendig von bewegter Materie erfüllt sein muss. Die Frage, wodurch Orte voneinander verschieden sind, führt daher fort zur Frage, durch was bewegte Körper voneinander unterschieden sind. Wenn sie nun nicht, wie Hegel schreibt, quantitativ verschiedenartig ausgeprägt wären, die Feldverteilung der Materie mithin homogener Natur wäre, dann würde es nichts geben, anhand dessen sich einzelne Körper voneinander unterscheiden könnten, und die Bewegung könnte sich entsprechend nicht naturseitig zum Ausdruck bringen. Die Feldverteilung der Materie ist damit notwendig inhomogen.¹⁹³

6.5 DIE TRÄGHEIT

Bisher habe ich nachgewiesen, dass die Natur wesentlich ein Raum-Zeit-Kontinuum ist, das über eine inhomogene Feldverteilung der Materie verfügt, die sich durchgängig in Bewegung befindet und somit Anhalt zur Ausgrenzung einzelner bewegter Körper gibt. Im Folgenden werde ich darauf aufbauend eine Reihe weitere Eigenschaften eruieren, die die Bewegung ein-

¹⁹³C.M. legt im 2023er Entwurf vom NP-Buch nahe, Inhomogenität schließe Knicke ein. Hier nachfragen und terminologisch schärfen Ich scheine den Begriff in einem schwächeren Sinne zu gebrauchen.

zelter Körper innerhalb des inhomogenen Materiefeldes betreffen. Es wird vorzüglich darum gehen, den *Realgrund* der Bewegung zu eruieren. Denn die bisher gerechtfertigte Einsicht, *dass* sich einzelne Körper notwendig in Bewegung befinden müssen und insofern eine inhomogene Feldverteilung der Materie ermöglichen, gibt noch keine Auskunft darüber, *warum* sich einzelne Körper in Bewegung befinden oder *welcher Regelmäßigkeit* das Bewegungsprofil einzelner Körper wie auch die Feldverteilung der Materie folgt.

Vorausschickend kann dabei vorweggenommen werden, dass sich das Bewegungsprofil der Materie wie auch ihre Feldverteilung auf zwei miteinander zusammenhängende Grundbegriffe der Mechanik zurückführen lassen, nämlich <Trägheit> und <Gravitation>. Um dabei die besondere Stoßrichtung verstehen zu können, die Hegels philosophische Mechanik an dieser Stelle der Theoriebildung einnimmt, ist es allerdings ertragreich, sich vorab vor Augen zu führen, wie Newtons klassische Mechanik die Begriffe <Bewegung>, <Materie>, <Trägheit> und <Gravitation> miteinander in Verbindung bringt. Denn wie ich nachweisen werde, zeigt Hegel im Rahmen seiner Naturphilosophie *pace* Newton einerseits, dass die Trägheit eine Kraft darstellt, die der Materie nicht als solcher zukommt, sondern Produkt idealer Abstraktion ist, und andererseits, dass die Gravitationskraft der Materie nicht äußerlich ist und insofern ihr nicht bloß *per accidens* zukommt, womit Hegel bereits Einsteins relativitätstheoretisches Verständnis der Gravitationskraft antizipiert.

Beobachten wir bewegte Materie, etwa im Rahmen von Galileis' Experiment von der Kugel auf der schiefen Ebene, dann scheint der Kugel von Haus aus ein abwärtsgerichtetes Bewegungsprofil einzunehmen. Die Kugel rollt die schiefe Ebene dann von selbst solange herunter, bis ihr etwas in die Quere kommt. Im Ausgang von Beobachtungen dieses Typs postuliert Newton bekanntlich das Trägheitsgesetz, welches besagt, dass ein Körper in seinem

Bewegungszustand verharrt, solange wie keine äußere Kraft auf ihn einwirkt. Wichtig ist dabei, dass Newton unter Trägheit eine *vis insita*, d. h. eine der Materie selbst innewohnende Kraft versteht, der er damit ontologisches Gewicht zuschreibt. (Newton, 1687, 2)

Für Newton ist Materie also wesentlich, und das heißt »im guten Normallfall«, träge, d. h. durch gleichbleibende Bewegungsprofile ausgezeichnet, und weicht von diesem Zustand nur unter besonderen Bedingungen ab, etwa im Falle von Druck- oder Stoß-Ereignissen. Das Konditional im Trägheitsgesetz, das den Körper vom trägen Zustand unter besonderen Bedingungen ausnimmt, beschreibt somit ein Ereignis, das der Materie *äußerlich* ist – im Gegensatz zum trägen Zustand, der Ausdruck einer zwar passiven, dennoch der Materie innewohnenden Kraft betrachtet werden muss.

Dass die Ausnahme vom trägen Zustand der Materie äußerlich ist, liegt innerhalb von Newtons klassischer Mechanik darin begründet, dass es für Materie nicht selbst schon konstitutiv ist, in Druck- und Stoß-Verhältnissen eingebunden zu sein. Für Newton ist es der Materie selbst nicht wesentlich, in Bewegung zu sein. Denn für Newton ist unklar, ob diejenige Kraft, die Körper in Bewegung bringt – die Schwerkraft – eine den Körpern ebenfalls innerlich zugehörige Neigung ausdrückt, oder ob sie nicht woanders ihren Ursprung nimmt:

Ich habe bisher noch nicht die Ursache für diese Eigenschaften der Schwerkraft aus den Phänomenen entdecken können und stelle keine Hypothesen auf [*hypotheses non fingo*]. Denn was nicht aus den Phänomenen abgeleitet wird, muss als Hypothese bezeichnet werden; und Hypothesen – ob metaphysisch oder physikalisch, ob auf verborgenen Qualitäten oder mechanischen Prinzipien beruhend – haben in der experimentellen Philosophie keinen Platz. (Newton, 1687, 530)

Dies lässt sich ungefähr wie folgt verstehen. Die Physik, die Newton selbst *experimentelle Philosophie* nennt, kann zwar etwa die Gravitationswirkung in ihren *Gesetzen* (z. B. $F = ma$)

experimentell nachweisen und mathematisch beschreiben. Aber ihr ontologischer Ursprung ist nicht physikalisch bestimmbar. Dass Newton die Frage nach dem Ursprung der Gravitationskraft in der Tat für eine übernatürliche Fragestellung hält, lässt sich ferner durch Bezugnahme auf Überlegungen belegen, die er im *Scholium Generale* anstellt:

Dieses schönste System der Sonne, Planeten und Kometen konnte nur aus dem Ratschluss und der Herrschaft eines intelligenten Wesens hervorgehen. Und wenn die Fixsterne die Zentren anderer ähnlicher Systeme sind, so müssen auch diese, da sie durch denselben weisen Ratschluss geformt wurden, der Herrschaft eines Einzigen unterworfen sein. [...] Dieses Wesen regiert alle Dinge, nicht als die Seele der Welt, sondern als Herr über alles: Und aufgrund seiner Herrschaft wird es gewöhnlich Herr Gott Παντοκράτωρ, oder Universaler Herrscher, genannt. (Newton, 1729, 388f.)

Newtons theologischer Spekulation zufolge liegt der Ursprung der Gravitationskraft also nicht, wie bei der Trägheit, in einer der Materie selbst innewohnenden Kraft begründet, sondern verdankt sich umgekehrt den von ihr gänzlich unabhängigen, schöpferischen Geschenken Gottes. Wie Newton dabei selbst klar macht, handelt es sich hierbei ausdrücklich *nicht* um einen integralen Bestandteil seiner naturwissenschaftlichen Theorie, sondern über eine von dieser unabhängigen philosophischen oder theologischen Hypothese. Gott dient hier also vielmehr als externer Lückenbüßer für ein offensichtliches Problem, und nicht als argumentativer Brennpunkt einer philosophisch-physikalischen Theorie. Daran zeigt sich, dass Newtons Mechanik keine gewichtigen Ressourcen bereitstellt, um den Ursprung der Gravitationskraft ausfindig zu machen, insofern <Materie> und <Gravitationskraft> als einander äußerlich eingeführt werden und sich dann nur durch Bezugnahme auf ein Drittes – in Newtons Fall: Gott – miteinander in Verbindung bringen lassen.

Im Folgenden werde ich zeigen, dass Newton das ontologische Begründungsverhältnis zwischen Trägheit und Gravitationskraft verkehrt. Während Newton die Trägheit als eine

der Materie innewohnende Kraft und die Gravitationskraft als eine der Materie äußerliche Zutat ansieht, lässt sich mit Hegel zeigen, dass gewissermaßen das Gegenteil davon zutrifft: Alleine bei der Gravitationskraft handelt es sich um eine der Materie innewohnende Kraft, während es sich bei der Trägheit nur um eine formale Eigenschaft handelt, die unter idealisierten Bedingungen zugeschrieben werden kann – als solche insofern eher *reale* Abstraktion als *allgemeine* Realität ist.

Nun also zurück zur naturphilosophischen Theoriebildung. Stehen geblieben bei der inhomogenen Feldverteilung der Materie, das sich bewegende Körper beinhaltet, ergibt sich <Trägheit> nicht ohne Vindizierung der <Ruhe>, welche sich wiederum aus der kontinuierlichen Feldverteilung der Materie in Zusammenspiel mit der Relativität der Bewegung ergibt. Denn ist die gesamte Raum-Zeit von Materie erfüllt und in Bewegung, dann lässt sich Bewegung real nicht abstrakt in Relation zu absoluten Raumkoordinaten bestimmen, sondern nur *relativ*, d. h. als Ortsveränderung *relativ* zu einem anderen Körper (d. h. einem materiell erfüllten Ort). Damit sich an dieser Stelle allerdings überhaupt von einer Ortsveränderung reden lässt, muss es etwas geben, das in Relation zu dem bewegten Körper, der seinen Ort verändert, gleich bleibt oder stillsteht. Denn wäre dies nicht der Fall, gäbe es keinen Maßstab, anhand dessen sich die Bewegung des einzelnen Körpers auszeichnen könnte. Da es keinen absoluten Raum, sondern nur relative Orte gibt, die von Materie erfüllt sind, welche sich bewegt, kann es daher weder absolute Bewegung noch absolute Ruhe geben. <Bewegung> und <Ruhe> sind insofern Reflexionsbegriffe, die wesentliche Züge bewegter Materie charakterisieren.

Im Ausgang vom der Einsicht, dass es sich bei <Bewegung> und <Ruhe> um Reflexionsbegriffe handelt, lässt sich nun die <Trägheit> gewinnen. Hegel schreibt in §264 seiner

naturphilosophischen Theoriebildung::

Nach der Raumbestimmung, in welcher die Zeit aufgehoben ist, ist der Körper dauernd; nach der Zeitbestimmung, in der das gleichgültige räumliche Bestehen aufgehoben ist, vergänglich; überhaupt ein ganz zufälliges Eins. Er ist zwar die, beide Momente in ihrer Entgegensetzung bindende Einheit, Bewegung; aber als gegen Raum und Zeit, so gegen deren Beziehung, die Bewegung, gleichgültig, ist sie ihm äußerlich, wie seine Negation derselben, die Ruhe, – er ist träge. (§264)

Die Materie ist sowohl dauernd als auch vergänglich. Die Materie ist dauernd, insofern sie *verschiedenen* Orten, d. h. unterschiedlichen Raum-Zeit-Koordinaten, einen Zusammenhang stiftet (in diesem Sinne ist die Zeit in dem Raum »aufgehoben«). Und die Materie ist vergänglich, indem sie an *jedem* Ort, d. h. jeder Raum-Zeit-Koordinate, verschwindet (in diesem Sinne ist der Raum in der Zeit »aufgehoben«). Der Körper ist, als solcher, zugleich beides: sowohl in Bewegung als auch in Ruhe. Er ist in relativer Bewegung, insofern er vergänglich ist, d. h. verschiedene Raum-Zeit-Koordinaten durchläuft, die sich im Unterschied zu anderen einzelnen Körpern, die andere Raum-Zeit-Koordinaten einnehmen, unterscheidet. Und er ist in Ruhe, insofern er dauernd ist, d. h. in unterschiedlichen Raum-Zeit-Koordinaten ein und derselbe bleibt. Die materielle Einheit des einzelnen Körpers ist seiner eigenen Bewegung wesentlich äußerlich.

Hegels Zumutung in §264 besteht nun darin, dass in dieser zweifachen Bestimmung des einzelnen Körpers als bewegt und ruhend bereits die Trägheit ausgesprochen ist. Wie ist das zu verstehen?

Da es sich bei Bewegung und Ruhe nicht um interne Eigenschaften von einzelnen Körpern *als solchen*, sondern um Zustandseigenschaften von einzelnen Körpern innerhalb von *Systemen*, nämlich um Zustandseigenschaften von einzelnen Körpern untereinander innerhalb

eines gemeinsamen Bezugssystems handelt, kann der Realgrund, warum sich ein Körper in einem Bewegungs- oder Ruhezustand befindet, nicht in dem einzelnen Körper alleine liegen. Daraus folgt, dass der einzelne Körper *an sich*, d. h. in Abstraktion von seinem Bezugssystem, seinen Bewegungs- oder Ruhezustand *real* gar nicht ändern kann, und deshalb, in Isolation genommen, weder bewegt noch ruhend, und relativ zu anderen Körpersystemen sowohl als in Bewegung als auch als ruhend begriffen werden muss.

Wenn nun aber schon <Bewegung> und <Ruhe> Zustandseigenschaften von einzelnen Körpern relativ zu einem Bezugssystem kennzeichnen, dann kann dasjenige, was einen einzelnen Körper überhaupt in Bewegung und Ruhe bringt, nichts sein, was allein in einem einzelnen Körper seinen Ursprung nimmt. Kann aber ein einzelner Körper von selbst nicht das Prinzip seiner Bewegung sein, d. h. seinen eigenen Bewegungs- oder Ruhezustand verändern, dann kann sich ein einzelner Körper innerhalb eines Bezugssystems ebenfalls nicht »von selbst« in Bewegung bringen. Dass ein einzelner Körper auch innerhalb seines Bezugssystems seinen Bewegungs- oder Ruhezustand nicht von selbst verändern kann, bedeutet allerdings, dass er von selbst in seinem Bewegungs- oder Ruhezustand verharrt. Der einzelne Körper ist daher an sich – d. h. in Isolation von kausaler Interaktion mit anderen Körpern – träge. Formal lässt sich die Herleitung von <Trägheit> wie folgt zusammenfassen:

- (1) <Bewegung> und <Ruhe> kennzeichnen Zustandseigenschaften von einzelnen Körpern relativ zu einem gemeinsamen Bezugssystem.
- (2) \therefore Ein einzelner Körper kann seinen Bewegungszustand nicht unabhängig von seinem Bezugssystem ändern. [aus (1)]
- (3) \therefore Ein einzelner Körper ist, für sich genommen, weder bewegt noch ruhend. [aus (2)]
- (4) (3) \rightarrow ein einzelner Körper kann seinen Bewegungszustand nicht von sich aus verändern

- (5) (4) \rightarrow *an sich* muss ein einzelner Körper in seinem Bewegungszustand verharren
 (6) \therefore Einzelne Körper sind *an sich* träge [aus (3), (4) und (5)].

Nun habe ich bereits in Kapitel 6.4 nachgewiesen, dass es sich bei der *gesamten* Raum-Zeit in Wahrheit um ein stetiges und inhomogenes Materiefeld handelt. Dem entspringt analytisch, dass jeder einzelne Körper nichts weiter als eine besonders konfigurierte Ausprägung von Materie ist, die durchwegs oder auf kontinuierliche Weise mit der Gesamtheit der Materie zusammenhängt. Aufgrund dieses globalen Zusammenhanges, welches das Materiefeld insgesamt aufweist, stellt sich die entsprechende Folgefrage, inwiefern sich dieser globale Zusammenhang des Materiefeldes mit der Trägheit verträgt, welche einzelnen Körpern *an sich* zukommt. Denn die Trägheit bezeichnet eine Zustandseigenschaft, die einzelnen Körpern nur *an sich*, d. h. in Abstraktion von ihrem Bezugssystem zukommt, gleichwohl sich gezeigt hat, dass einzelne Körper in Wahrheit nur besondere Ausprägungen oder Konfigurationen eines allgemeinen Materiefeldes, d. h. eines »allumfassenden« Bezugssystems sind – was ihrer Trägheit zu widersprechen scheint

Der Widerspruch lässt sich allerdings auflösen, insofern berücksichtigt wird, dass es sich bei der Trägheit um eine Disposition handelt, die der Materie zwar *an sich* zukommt, allerdings nur unter besonderen Bedingungen und Rücksichten aktualisiert wird, nämlich solchen Bedingungen, in denen der Gesamtzusammenhang des Materiefeldes, in welchen einzelne Körper eingebettet ist, irrelevant wird. Das Konditional, demzufolge einzelne Körper nur unter besonderen Bedingungen träge sind, tritt zwar bereits in Newtons Trägheitsgesetz zum Vorschein.¹⁹⁴ Allerdings bestimmt Newton die Trägheit nichtsdestotrotz als eine der Materie innewohnende Kraft, nicht als ein Epiphänomen, das nur unter besonderen Be-

¹⁹⁴ »Ein Körper verbleibt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Bewegung, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.« (Newton, 1687)

dingungen und, nämlich in realer Abstraktion von äußeren Umständen, existiert. Dass der einzelne Körper aber in Zusammenhang mit anderer Materie steht ist, wie die Herleitung des kontinuierlichen Materiefeldes zeigt, keine äußere Zutat, die zum einzelnen Körper hinzutritt, sondern Bedingung der Möglichkeit seiner Existenz. Dass einzelne Körper trotzdem *unter besonderen Umständen* träge genannt werden kann, obwohl sie in *allen Fällen niemals* alleine daherkommen, hat seinen Grund in dem Umstand, dass es Umstände gibt, in denen der gesamte Zusammenhang des Materiefeldes *quantitativ* vernachlässigbar ist – etwa im Falle äußerst schwacher Gravitationskräfte wie etwa unter sehr hohen Entfernungen im interplanetaren Raum – oder qualitativ, etwa wie sie am Lagrange-Punkt auftritt, wo Gravitationskräfte von Erde und Sonne sowie die Zentrifugalkraft im mit rotierenden Bezugssystem einander so aufheben, dass ein Körper seine Position relativ zu Erde und Sonne ohne zusätzlichen Antrieb beibehält.

6.6 DIE GRAVITATIONS-KRAFT

Hegel führt den nächsten Grundbegriff seiner naturphilosophischen Theoriebildung – die <Gravitationskraft> – nicht geradewegs, sondern über einen Umweg ein, nämlich unter Zuhilfenahme der Begriffe <Stoß> und <Fall>. Nun führt Hegel <Stoß> und <Fall> allerdings nicht als Paar ein, obwohl sie *prima facie* auf gleich gute Weise einen Realgrund für die Bewegung abgeben würden: denn sowohl anhand des Falles als auch anhand des Stoßes ließe sich erklären, aufgrund welcher Ursache sich einzelne Körper überhaupt in Bewegung befinden könnten.

Im Gegenteil führt Hegel den <Stoß> vor dem <Fall> ein. Dies liegt aber nicht unbedingt daran, dass der <Stoß> begriffliche Ressourcen freilegt, auf die der <Fall> aufbauen würde,

sondern vielmehr daran, dass der <Stoß> die begrifflich einfachere und unmittelbarere Weise repräsentiert, aufgrund derer sich ein einzelner Körper in Bewegung begeben kann. Denn während der <Fall>, wie wir weiter unten noch genauer sehen werden, nur vermittelt einer bisher noch nicht begründeten Kraft, nämlich der Gravitationskraft, denkbar ist, so lässt sich der <Stoß> ohne Weiteres entlang derjenigen begrifflichen Ressourcen konzeptualisieren, die wir bereits weiter oben eruiert haben. Denn der <Stoß> kennzeichnet nichts anderes als das In-Bewegung-Bringen eines einzelnen Körpers durch einen anderen:

Der träge Körper äußerlich in Bewegung, die eben hiemit endlich ist, gesetzt und so auf einen andern bezogen macht momentan mit diesem Einen Körper aus, denn sie sind Massen von nur quantitativem Unterschiede; die Bewegung ist auf diese Weise Eine beider Körper, (Mittheilung der Bewegung). Aber eben so sehr leisten sie sich Widerstand, indem jeder gleichfalls als unmittelbares Eins vorausgesetzt ist. (§265)

Das gesamte Materiefeld befindet sich in Bewegung. Wie aber die <Repulsivkraft> bereits kenntlich gemacht hat, bringt Materie von Haus aus die Formeigenschaft mit sich, miteinander in Konkurrenz zu stehen und sich insofern, bei Bewegung zu demselben Ort, zu »verdrängen«. Das Ereignis, demzufolge ein einzelner Körper einen anderen gemäß der Repulsivkraft verdrängt, nennen wir bekanntlich Stoß.

Neben der naheliegenden Etablierung vom <Stoß> als einer »Mittheilung der Bewegung« ist an diesem Paragraphen auffällig, dass es Hegel an dieser Stelle für nötig erachtet, die Impulsübertragung durch Charakterisierung eines Momentes anzureichern, in welchem beide miteinander kausal interferierende Körper bloß »Einen Körper« ausmachen. Dass es sich bei diesem Verständnis des Stoßes nicht bloß um eine empirisch-mathematische Eigenschaft unserer Modellierung, sondern in der Tat um einen naturphilosophischen Grundzug der Natur

handelt, lässt sich allerdings durch Bezug auf die für die Bewegung konstitutive Inhomogenität des Materiefeldes – die bloß quantitativ voneinander verschiedenen Massen – zeigen. Denn wie bereits oben gezeigt, ist es für die Bewegung einzelner Körper konstitutiv, dass sich diese Körper als besondere Ausprägungen eines inhomogenen Materiefeldes herausstellen. Wenn nun zwei solche Körper aneinander stoßen sollen, und beide Körper wesentlich durch ihre Bewegungsbahn voneinander unterschieden sind, dann müssen sie im Moment der Impulsübertragung sozusagen ein System ausbilden, das über *ein und denselben* Impuls verfügt. Was die Körper in diesem Moment formal auseinander hält, mag dann noch in der ursprünglichen Verschiedenheit ihrer Masse begründet liegen. Insofern sie aber im Moment der Impulsübertragung ein System ausbilden und denselben Impuls teilen, können sie zugleich auch als Teile ein und desselben Körpers begriffen werden.¹⁹⁵

Der Grund der Bewegung einzelner Körper im Stoß zu positionieren führt allerdings zu einem unendlichen Regress. Denn bei demjenigen, das seinen Bewegungsimpuls vermittelt des Stoßes überträgt, handelt es sich ja ebenfalls um einen einzelnen Körper, der sich in Bewegung befinden muss, und dessen bestehende Bewegung sich an dieser Stelle nur noch durch Einführung eines weiteren Stoßes und eines weiteren einzelnen Körpers begründen ließe, *ad indefinitum*. Dass sich die Körper im inhomogenen Materiefeld also grundsätzlich in Bewegung befinden, lässt sich nicht durch Rückbezug auf den <Stoß> erklären, oder zumindest nicht hinreichend durch den Stoß *alleine*.

¹⁹⁵ Mathematisch lässt sich dies über den Impulserhaltungssatz $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$ herleiten, wobei m die Massen, v_n die Anfangsgeschwindigkeiten und u_n die Endgeschwindigkeiten beschreiben. Im kritischen Stoßmoment konvergieren die Geschwindigkeiten beider Körper zu einem gemeinsamen Wert $v_k = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2}$, was eine infinitesimale »Verschmelzung« beider Körper miteinschließt. In der physikalischen Realität dauert die Übergangsphase, die beide Körper durchlaufen, allerdings nicht 0 Sekunden, sondern lediglich 10^{-4} bis 10^{-6} Sekunden. Bei Hegels naturphilosophischer Herleitung des Begriffes der, wie Kant ihn nannte, <Realopposition> (AA 2:171), handelt es sich insofern auch über Einsicht in die Grenzen eines natürlichen Phänomens, die sich empirisch nur antizipieren aber nicht experimentell einholen lassen.

Es ist diese Unzulänglichkeit der bloß *äußerlichen* Verursachung, die dem <Stoß> anhaftet, aufgrund derer sich an dieser Stelle nahtlos der Begriff des <Falls> in die naturphilosophische Theoriebildung einführen lässt. Denn beim Fall handelt es sich um eine Bewegung zweier Körper, die durch eine ihnen innewohnenden Tendenz alleine begründet ist, nämlich das durch die <Schwerkraft> vermittelte Streben von Materie nach einem gemeinsamen Mittelpunkt oder Zentrum:

Diß Gewicht als intensive Größe in einen Punkt concentrirt im Körper selbst ist sein Schwerpunkt, aber der Körper ist als schwer diß, seinen Mittelpunkt außer sich zu setzen und zu haben. Stoß und Widerstand wie die durch sie gesetzte Bewegung hat daher eine substantielle Grundlage in einem den einzelnen Körpern gemeinschaftlichen außer ihnen liegenden Centrum, und jene ihre äußerlich gesetzte accidentelle Bewegung geht in die Ruhe, in diesem Mittelpunkt, über. (§266)

Der unendliche Stoß-Regress lässt sich also nur durch Berücksichtigung des Umstandes vermeiden, dass Materie von selbst nach ihrer Vereinigung mit anderer Materie strebt. Einzelne Körper sind so betrachtet schwer, und die Schwere drückt sich dadurch aus, dass diese Körper unter einer Fernwirkungskraft liegen, welche beide aufeinander zubewegen lassen. »Stoß und Widerstand« haben daher, wie Hegel schreibt, »eine substantielle Grundlage in einem den einzelnen Körpern gemeinschaftlichen außer ihnen liegenden Centrum«.

Obwohl sich der besondere Bewegungsdrang fallender Körper selbst alleine aus dem ihnen innewohnenden Streben nach Vereinigung – der Gravitationskraft – speist, so handelt es sich bei dem Fall dennoch um ein physikalisches Ereignis, das keineswegs aus sich selbst heraus bestehen kann:

Der Fall ist die relativ-freie Bewegung, frei, indem sie durch den Begriff des Körpers gesetzt die Erscheinung seiner eigenen Schwere ist; sie ist ihm daher immanent. Aber sie ist zugleich als die nur erste Negation der Aeußerlichkeit bedingt;

die Entfernung von dem Zusammenhange mit dem Centrum ist daher noch die äußerlich gesetzte, zufällige Bestimmung. (§267)

Der Fall ist nur die erste Erscheinung der Schwere, weil die Bedingung als Entfernung vom Centrum noch zufällig, nicht durch die Schwere selbst bestimmt ist. Diese Zufälligkeit hat noch hinwegzufallen. (24.3:1219)

Hegel unterstreicht in diesen Passagen, dass die Anfangsbedingungen des Falles – die »Entfernung des sich im Fall befindenden Körpers vom Centrum« – nicht alleine durch die Bewegungsgründe der »endlichen Mechanik« – <Stoß> und <Fall> – erklärt werden können. Denn obgleich sich entlang der Gravitationskraft begreiflich machen lässt, weshalb sich Körper in Richtung eines gemeinsamen Zentrums bewegen, so setzt doch dies Anfangsbedingungen wie den Umstand voraus, dass sich die Körper *überhaupt* in einer Distanz zueinander befinden. Denn der Fall, der durch die Gravitationskraft ausgelöst wird, erklärt das Streben zweier Körper in Richtung eines gemeinschaftlichen Schweremittelpunkts nur unter Voraussetzung des Bestands einer bestimmten *Anfangsbedingung*, nämlich der vorherrschenden Distanz der betreffenden Körper voneinander. Die Gravitationskraft gibt so zwar unter Voraussetzung der Anfangsbedingungen an, warum sich Körper auf einander zu bewegen müssen, erklärt aber noch lange nicht den Grund für die Anfangsbedingungen. Mehr noch, indem sie Körper aufeinander zubewegen lässt, hebt sie ja geradezu die Anfangsbedingungen auf, sodass der Fall als Grund für den Stoß und damit Bewegung überhaupt unmöglich zu sein scheint.

Prima facie verfügen wir aber bereits über begriffliche Ressourcen, mithilfe derer sich die Anfangsbedingungen des Falles erklären ließen. Denn wenn sich die Anfangsbedingungen des Falles nicht durch die Gravitationskraft erklären lassen, dann ja vielleicht durch Rückbezug auf den <Stoß>. Es lässt sich allerdings einfach nachweisen, dass der Begriff vom <Stoß>

das Problem der fehlenden Erklärung für die Anfangsbedingung des Falles nicht löst, sondern nur weiter »nach hinten« verschiebt, insofern <Stoß> und <Fall> als einander wechselseitig bedingendes Paar einzuführen einem Zirkelschluss bedeutet.

Hegel selbst scheint diesen Zirkel zwischen <Stoß> und <Fall> durch Etablierung selbst-erklärender Systeme wie den zyklischen Bewegungsbahnen von Planeten innerhalb von Sonnensystemen auflösen zu wollen. Und in bloß begrifflicher Hinsicht lässt sich dies gut nachvollziehen: Die Verhältnisse äußerer Verursachung, die durch <Stoß> und <Fall> repräsentiert werden, werden in selbsterklärenden Systemen durch innere Verursachung begründet.

Obwohl sich dieses asymmetrische Begründungsverhältnis auf der konzeptuellen Ebene gut nachvollziehen lässt, so scheint doch in empirischer Hinsicht unklar zu sein, inwiefern denn dann grundsätzlich alle besonderen Stoß- und Fall-Ereignisse ihren Grund in den zyklischen Bewegungsbahnen von Planeten innerhalb von Sonnensystemen haben sollen. Obwohl es viele Hinweise dafür gibt, dass zyklischen Systeme materieller Körper in der Natur eine zentrale und wesentliche Stellung einnehmen – es mithin kein blanker Zufall zu sein scheint, dass sich gravitierende Materie früher oder später notwendig zu zyklischen Systemen von Planeten und Sternen – Sonnensystemen, Galaxien, Superhaufen, usw.¹⁹⁶ – verbindet,

¹⁹⁶Im Normalfall ergeben sich zyklische Bewegungsbahnen strikt aus der allgemeinen Relativitätstheorie. In der gegenwärtigen Kosmologie werden zumeist drei Szenarien diskutiert, die die Entstehung zyklischer Bewegungsbahnen grundsätzlich verhindern würden, weswegen die Zyklizität der Materie zumeist nur als Zufall abgetan wird: (1.) In der *exakten* Friedmann–Lemaître–Robertson–Walker (FLRW) Raum-Zeit, die vollständig homogen und isotropisch ist, können zyklische Bewegungsbahnen aufgrund des Mangels an Gravitationszentren gar nicht erst entstehen. Wenn unser Beweis für die *Inhomogenität* des Materiefeldes stimmt, ist die reale Möglichkeit eines solchen Szenarios allerdings von Vorneherein ausgeschlossen und die *exakte* FLRW nicht mehr noch weniger als eine Fiktion. (2.) Im Rahmen von Kräften, die aus der Laplace-Gleichung folgen, existieren zyklische Umlaufbahnen nur in vier Raumzeitdimensionen. In einem 2+1-dimensionalen Universum (d. h. zwei Raum-, eine Zeitdimension) gäbe es daher keine stabilen Orbits, da es an der inversen Quadrat-Anziehung mangelt. In der 2+1-dimensionalen allgemeinen Relativitätstheorie bestätigt sich das: Das Vakuum ist lokal flach: punktmassen erzeugen lediglich konische Defekte, eine Newtonsche Anziehung tritt nicht auf – und damit auch keine geschlossenen Bahnen, vgl. Dadhich (2013) und Deser et al. (1984); (3.) Bei spätzeitlicher Beschleunigung (etwa durch eine positive kosmologische Konstante Λ) dehnt sich der Raum immer schneller aus.

so muss doch konstatiert werden, dass Hegels Weg, dies naturphilosophisch zu beweisen, abwegig erscheint, da auch Planetensysteme nicht in der Lage sind, zu erklären, warum einzelne Körper, die keiner zyklischen Kreisbahn folgen, überhaupt Anfangsbedingungen unterliegen, die es ihnen ermöglichen, zu fallen.

Als durchaus beachtenswerte Konsequenz der Fundierung vom <Stoß> im <Fall> kann zweifelsfrei die damit einhergehende Verpflichtung auf die Äquivalenz von Trägheitsmasse und Gravitationsmasse gelten. Bekanntlich unterscheidet Newton nominal zwar nicht ausdrücklich zwischen Trägheitsmasse und Gravitationsmasse, so wie es sich später bei Einstein finden lässt. Newton unterscheidet zwar klar zwischen Masse und Gewicht. Unter Masse – oder wörtlich: der »Menge der Materie« (*quantitas materiae*) – versteht Newton »das Maß derselben, bestehend aus ihrer Dichte und Größe« (*orta ex illius densitate et magnitudine simul*). Genauer ist träge Masse m_t das Produkt von Dichte und Volumen, mathematisch:

$$m_t = \rho V \quad (6.1)$$

Unter dem Gewicht (*pondus*) begreift Newton dagegen »die Kraft, mit der die Schwerkraft eines Körpers zum Zentrum der Erde zieht« (*vis qua gravitas corporis in centrum terrae trahit*). Mathematisch gesprochen ist Gewicht also die Kraft, unter der ein Körper mittelst der Erdbeschleunigung steht, und somit das Produkt von Masse und Erdbeschleunigung:

$$\vec{W} = \vec{F}_g = m_g \vec{g}(\vec{x}) \quad (6.2)$$

Dadurch gibt es um eine Masse M eine maximale Bindungsgröße: den sogenannten Turnaround-Radius. Innerhalb davon dominiert die Gravitation und gebundene Systeme (wie etwa zyklische Bewegungsbahnen) sind möglich; außerhalb gewinnt die kosmische Expansion und stabile Umlaufbahnen sind nicht mehr möglich – Systeme werden langfristig auseinandergetragen, vgl. Stuchlík (1983).

Entsprechend müssen wir die Trägheitsmasse m_g als das Verhältnis von Kraft und Erdbeschleunigung begreifen:

$$m_g = \frac{\vec{F}_g}{\vec{g}(\vec{x})} \quad (6.3)$$

Insofern Trägheit Newton zufolge den Zustand eines Körpers beschreiben soll, der nicht unter äußeren Einflüssen steht, gibt die Masse als solche einen quantitativen Wert an, der trägen Körpern als solchen zugeschrieben werden kann, und insofern Trägheitsmasse genannt werden kann. Nun zeigt Newton zwar auf, dass sich scheinbar keine Körper in seiner experimentellen Reichweite befinden, in der sich Masse und Gewicht nicht proportional zueinander verhalten. Allerdings verfügt Newtons klassische Mechanik über keine Ressourcen, um zu zeigen, dass es zur Natur schwerer Massen gehört, äquivalent zur Gravitationsmasse – der Masse unter Einfluss gravitativer Kräfte wie der Erdbeschleunigung g – zu sein.

Der Nachweis, dass $m_t \equiv m_g$ gilt, kann also nicht darin bestehen, wie Newton zunächst konzeptuell davon auszugehen, dass m_t und m_g prinzipiell voneinander verschiedene Phänomene bezeichnen, von denen sich dann experimentell aufzeigen lässt, dass sie nur gemeinsam, nämlich durch Einfluss der Gravitationskraft, auftreten. Im Gegenteil ist nachzuweisen, dass es für einen Körper in Bewegung konstitutiv ist, unter Einfluss gravitativer Kräfte zu stehen. Denn da es jedem Körper wesentlich ist, sich relativ zu irgendeinem Bezugssystem zu bewegen, Bewegung aber den Einfluss der Gravitationskraft voraussetzt, wäre so gezeigt, dass jeder Körper unter dem Einfluss der Gravitationskraft steht und somit notwendigerweise träge Masse äquivalent zur Gravitationsmasse oder Gewicht ist.

Unabhängig vom Fall als dem der Materie innerlichen Realgrund der sich in Bewegung befindenden Körper lässt sich allerdings auch anderweitig nachweisen, dass die Trägheitsmasse

die Gravitationsmasse voraussetzt und somit jeder träge Körper in Wahrheit als schwerer Körper begriffen werden muss. Denn die Impulsübertragung wird Hegel zufolge nur verständlich, wenn sie unter Beeinflussung der Gravitationskraft begriffen wird. Hegel schreibt:

Aber eben so sehr leisten sie sich Widerstand, indem jeder gleichfalls als unmittelbares Eins vorausgesetzt ist. Diß ihr Fürsichseyn, das durch das Quantum der Masse weiter besonders ist, gegeneinander ist ihre relative Schwere, – Gewicht als die Schwere einer quantitativ besondern Masse [extensiv als eine Menge schwerer Theile, – intensiv als bestimmter Druck] – welches als die reale Bestimmtheit mit der ideellen, der quantitativen Bestimmtheit der Bewegung, – der Geschwindigkeit, Eine Bestimmtheit, (*quantitas motus*) ausmacht, innerhalb deren jene beyden gegenseitig die Stellen von einander vertreten können (§265).

Hegel macht in diesem Absatz deutlich, dass der Stoß zweier Körper nicht unabhängig von der Gravitationskraft begriffen werden kann. In der newtonischen Mechanik wird der Impuls zunächst durch das Produkt zwischen der Trägheitsmasse und der Geschwindigkeit definiert:

$$\vec{p}_t = m_t \vec{v} = m_t \frac{d\vec{x}}{dt} \quad (6.4)$$

Für Körper unter Gravitationseinfluss gilt jedoch:

$$\vec{p}_g(t) = m_g \vec{v}(t) = m_g (\vec{v}_0 + \vec{g}t) \quad (6.5)$$

Hegels Pointe besteht darin, dass sich reale Impulsübertragungen nicht abstrakt von gravitativen Einflüssen verstehen lassen. Da jeder Körper, der Impuls überträgt, notwendig im Gravitationsfeld anderer Materie steht, ist die Unterscheidung zwischen träger und schwerer Masse eine bloße Abstraktion. Die Bewegung träger Körper setzt bereits voraus, dass sie unter dem Einfluss der Gravitationskraft stehen. $m_t \equiv m_g$ ist daher keine empirische Entdeckung,

sondern begriffliche Notwendigkeit.