

Materie

Grundlagentexte zur Theoriegeschichte

Herausgegeben von Sigrid G. Köhler,
Hania Siebenpfeiffer
und Martina Wagner-Egelhaaf

»Materie« ist eine Schlüsselkategorie in der Geschichte der Philosophie. Seit der Antike wird über das Verhältnis von Geist und Materie gestritten, und mit dem Aufkommen der modernen Naturwissenschaften nimmt die Komplexität der Debatte weiter zu: Die Materie wird nun zunehmend dynamisiert, ja sogar »entmaterialisiert«. Der Band präsentiert zentrale Texte der diesbezüglichen Diskussion von Anaxagoras und Aristoteles bis hin zu Albert Einstein, Willard Van Orman Quine und Judith Butler. Er führt umfassend in die Geschichte der philosophischen und naturwissenschaftlichen Auseinandersetzungen mit dem Begriff und dem Phänomen der Materie ein und macht anschaulich, wie »Materie« auch zu einer zentralen Kategorie der Kulturwissenschaften werden konnte, etwa im Bereich der Textwissenschaften, der Gender Studies oder der Material- und Dingkultur.

Sigrid G. Köhler ist Dilthey Fellow der VolkswagenStiftung und der Fritz Thyssen Stiftung am Germanistischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Hania Siebenpfeiffer ist Juniorprofessorin für Neuere deutsche Literatur mit besonderer Berücksichtigung der Frühen Neuzeit an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

Martina Wagner-Egelhaaf ist Professorin für Neuere deutsche Literatur unter besonderer Berücksichtigung der Literatur der Moderne/Literaturwissenschaft als Kulturwissenschaft an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Suhrkamp



FA

57A1633

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

suhrkamp taschenbuch wissenschaft 2051
Erste Auflage 2013

© Suhrkamp Verlag Berlin 2013

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das der Übersetzung,
des öffentlichen Vortrags sowie der Übertragung
durch Rundfunk und Fernsehen, auch einzelner Teile.

Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form
(durch Fotografie, Mikrofilm oder andere Verfahren)
ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert
oder unter Verwendung elektronischer Systeme
verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Umschlag nach Entwürfen
von Willy Fleckhaus und Rolf Staudt
Druck: Druckhaus Nomos, Sinzheim

Printed in Germany
ISBN 978-3-518-29651-6

Einleitung	II
<i>Raimundus Lullus</i>	
Über die Materie (1311)	25
I. Produktivität der Materie	
<i>Sigrid G. Köhler</i>	
Einführung	31
<i>Anaxagoras</i>	
Nichts entsteht aus dem Nichts (5./4. Jh. v. u. Z.)	47
<i>Platon</i>	
Timaios (4. Jh. v. u. Z.)	49
<i>Aristoteles</i>	
Physik (4. Jh. v. u. Z.)	56
<i>Plotin</i>	
Die beiden Materien (ca. 255)	58
<i>Paracelsus</i>	
Ueber die Natur der Dinge (angeblich 1537)	63
<i>Giordano Bruno</i>	
Von der Ursache, dem Prinzip und dem Einen (1584) ...	72
<i>Immanuel Kant</i>	
Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt (1755)	77
<i>Paul-Henri Thiry d'Holbach</i>	
System der Natur oder von den Gesetzen der physischen und der moralischen Welt (1770)	83
<i>Friedrich Schiller</i>	
Philosophie der Physiologie (1779)	93
<i>Friedrich Wilhelm Joseph Schelling</i>	
Einleitung zu dem Entwurf eines Systems der Naturphilosophie, oder Über den Begriff der spekulativen Physik und die innere Organisation eines Systems dieser Wissenschaft (1799)	106

Michael Faraday
Eine Mutmaßung über elektrische Leitung
und die Natur der Materie

An Herrn Richard Taylor¹

Königliche Anstalt, 25. Januar 1844

Sehr geehrter Herr Taylor,

am vergangenen Freitag habe ich die hier wöchentlich stattfindenden Abendtreffen mit einem Thema eröffnet, das den oben genannten Titel trug, und ich hatte dabei nicht die Absicht, die Angelegenheit darüber hinaus bekanntzumachen. Da es jedoch die Betrachtung und Anwendung einiger Hauptelemente des naturphilosophischen Wissens, d. h. der Tatsachen, betrifft, dachte ich, daß ein Bericht über ihre Natur und ihren Zweck Ihnen gefallen und zugleich als Beleg für meine gegenwärtigen Meinungen und Ansichten dienen würde, soweit wie ich sie zur Zeit gebildet habe.

Die Ansicht zur atomaren Beschaffenheit der Materie, die meiner Meinung nach die geläufigste ist, ist diejenige, die das Atom als etwas Materielles betrachtet, das ein bestimmtes Volumen hat, in das diejenigen Kräfte während der Schöpfung eingepreßt wurden, die ihm von diesem Zeitpunkt an bis in die Gegenwart hinein die Fähigkeit gegeben haben, die verschiedenen Substanzen zu bilden, die entstehen, wenn viele Atome gemeinsam in Gruppen versammelt sind, Substanzen, deren Wirkungen und Eigenschaften wir beobachten. Obwohl diese Atome durch ihre Kräfte gruppiert und zusammengehalten werden, berühren sie sich nicht, sondern haben einen Zwischenraum, denn ansonsten könnten weder Druck noch Kälte den Körper auf eine kleinere Größe schrumpfen lassen noch Hitze und Spannung ihn vergrößern. In Flüssigkeiten haben diese Atome oder Teilchen die Möglichkeit, sich untereinander frei zu bewegen, und in Dämpfen oder Gasen sind sie ebenso vorhanden, jedoch sehr viel weiter voneinander entfernt, obwohl sie immer noch durch ihre Kräfte miteinander verbunden sind.

¹ [Übersetzt nach Michael Faraday, »A Speculation Touching Electric Conduction and the Nature of Matter«, in: ders., *Experimental Researches in Electricity*, Bd. II. London 1844, S. 284-293.]

Die Atomlehre wird heutzutage größtenteils in der einen oder anderen Art für die Interpretation von Phänomenen verwendet, besonders in der Kristallographie und in der Chemie, und wird dabei nicht besonders sorgfältig von den Tatsachen unterschieden, so daß sie jemandem, der in der Position eines Studenten ist, oftmals als eine Aussage über Tatsachen selbst erscheint, obwohl sie bestenfalls eine Annahme ist, oder als eine Aussage über die Wahrheit, von der wir nichts mit Sicherheit behaupten können, was auch immer wir über ihre Wahrscheinlichkeit sagen oder denken mögen. Das Wort »Atom«, das niemals gebraucht werden kann, ohne daß es vieles betrifft, das nur rein hypothetisch ist, wird oft *mit der Absicht* verwendet, eine einfache Tatsache auszudrücken. Doch so gut diese Absicht auch ist, ich habe doch bislang noch keinen Verstand gefunden, der sie beständig von den sie begleitenden Versuchungen getrennt hätte. Und es kann kein Zweifel daran bestehen, daß die Wörter, die klar bestimmten Proportionen, Äquivalente, Dimensionen etc., welche all die *Tatsachen* völlig ausgedrückt haben und ausdrücken, die man normalerweise in der Chemie Atomtheorie nennt, abgelehnt worden sind, da sie nicht umfassend genug waren und nicht all das ausgesagt haben, was der im Sinn hatte, der das Wort »Atom« statt dessen verwendet hat. Sie haben weder die Hypothese noch die Tatsache ausgedrückt.

Jedoch ist es immer sicher und philosophisch, Tatsachen, soweit es in unserer Macht steht, von Theorie zu unterscheiden. Die Erfahrung der letzten Epochen genügt, um uns die Weisheit eines solchen Vorgehens zu zeigen. Und wir sollten, wenn wir in Betracht ziehen, daß es die fortwährende Tendenz des Verstandes ist, sich auf eine Annahme zu stützen und, so sie jedem gegenwärtigen Zweck genügt, zu vergessen, daß es eine Annahme ist, uns daran erinnern, daß sie in solchen Fällen zu einem Vorurteil wird und ein klarsichtiges Urteil mehr oder weniger unausweichlich beeinträchtigt. Ich kann nicht bezweifeln, daß derjenige, der als weiser Philosoph die größten Fähigkeiten hat, die Geheimnisse der Natur zu durchschauen und mit Hilfe von Hypothesen Annahmen über ihre Funktionsweise anzustellen, auch überaus vorsichtig sein wird, um des eigenen sicheren Fortschritts willen und desjenigen der anderen, das Wissen, das aus Annahmen besteht, womit ich Theorie und Hypothese meine, von demjenigen zu unterscheiden, das aus Tatsachen und Gesetzen besteht, so daß er niemals das erstere auf

die Stufe der Würde oder Autorität des letzteren erheben noch das letztere mehr als nötig mit dem ersteren vermischen wird.

Licht und Elektrizität offenbaren auf bedeutende und gründliche Weise die Molekülstruktur von Körpern. Als ich über die wahrscheinliche Natur von Leitung und Isolierung in Körpern, die nicht durch die Elektrizität zersetzt werden, der sie ausgesetzt sind, und über die Beziehung von Elektrizität und Raum, der als frei von dem betrachtet wird, was die Atomisten Materie nennen, nachgedacht habe, kamen mir folgende Überlegungen in den Sinn.

Wenn man annimmt, daß die Ansichten zur Beschaffenheit der Materie, auf die bereits hingewiesen wurde, richtig sind und ich über die Materieteilchen und den Raum zwischen ihnen (zum Beispiel in Wasser oder in Wasserdampf) als zwei unterschiedliche Dinge sprechen darf, dann muß Raum als einziger kontinuierlicher Teil angesehen werden, denn die Teilchen gelten als durch Raum voneinander getrennt. Raum wird alle Materiemassen in jede Richtung wie ein Netz durchdringen, nur daß er anstatt Maschen Zellen bilden wird, er wird jedes Atom von seinen Nachbaratomen isolieren, und nur er selbst wird kontinuierlich sein.

Nehmen Sie dann den Fall eines Stückes Schellack, eines Nichtleiters: Diese Ansicht seiner atomaren Beschaffenheit würde sofort den Eindruck erwecken, daß Raum ein Isolator ist, denn wenn er ein Leiter wäre, könnte der Schellack nicht isolieren, wie auch immer das Leitungsvermögen seiner materiellen Atome sein möge; der Raum wäre wie ein feines metallisches Netz, das es in jede Richtung durchdringt, ebenso wie wir uns einen Haufen kieseligen Sand vorstellen, dessen ganze Poren mit Wasser gefüllt werden; oder wie wir einen schwarzen Wachsstab betrachten dürfen, der, obwohl er unendlich viele Teilchen leitender Holzkohle enthält, die in jedem Teil von ihm verbreitet sind, nicht leiten kann, da ein nichtleitender Körper (ein Harz) dazwischenkommt und sie voneinander trennt wie der Raum, der im Schellack angenommen wird.

Nehmen Sie als nächstes den Fall eines Metalls, Platin oder Kalium, das der Atomtheorie zufolge in derselben Art und Weise aufgebaut ist. Das Metall ist ein Leiter; doch wie kann das der Fall sein, es sei denn, Raum ist auch ein Leiter? Denn er ist der einzige kontinuierliche Teil des Metalls, und die Atome berühren sich (der Theorie zufolge) nicht nur nicht, sondern sind vermutlich, wie wir sogleich sehen werden, um einiges voneinander entfernt. Raum

muß daher ein Leiter sein, denn ansonsten könnten die Metalle nicht leiten, sondern wären in einer ähnlichen Lage wie der schwarze Siegellack, auf den ich mich gerade bezogen habe.

Wenn aber Raum ein Leiter wäre, wie können dann Schellack, Schwefel etc. isolieren? Denn Raum durchdringt sie in jeder Richtung. Oder wenn Raum ein Nichtleiter ist, wie können Metalle oder andere ähnliche Körper leiten?

Es scheint demzufolge, daß – gesetzt, man akzeptiert die herkömmliche Atomtheorie – bewiesen werden könnte, daß Raum ein Nichtleiter in nichtleitenden Körpern ist und ein Leiter in leitenden Körpern. Aber diese Argumentation unterläuft letzten Endes völlig die Theorie. Denn wenn Raum ein Nichtleiter wäre, kann er in leitenden Körpern nicht existieren, und wenn er ein Leiter wäre, kann er in nichtleitenden Körpern nicht existieren. Jede grundlegende Argumentation, die zu Schlußfolgerungen wie diesen tendiert, muß in sich falsch sein.

In Verbindung mit solchen Schlußfolgerungen dürfen wir kurz die Wahrscheinlichkeiten ins Auge fassen, die sich dem Verstand zeigen, wenn die Erweiterung der Atomtheorie, wie sie sich Chemiker vorgestellt haben, in Verbindung mit dem Leitungsvermögen von Metall angewendet wird. Wenn das spezifische Gewicht der Metalle durch die Atomzahlen dividiert wird, so gibt uns das der Hypothese nach die Anzahl der Atome in gleich großen Metallvolumina. In der folgenden Tabelle bezeichnet die erste Spalte die ungefähre Anzahl der Atome im genannten Metall und die zweite Spalte das Leitungsvermögen des gleichen Volumens der Metalle.

Atome		Leitungsvermögen
1.00	Gold	6.00
1.00	Silber	4.00
1.12	Blei	0.52
1.30	Zinn	1.00
2.20	Platin	1.04
2.27	Zink	1.80
2.87	Kupfer	6.33
2.90	Eisen	1.00

Hier ist also Eisen, das die größte Anzahl an Atomen in einem vorgegebenen Volumen enthält, der schlechteste Leiter, mit einer

Ausnahme; Gold, das die wenigsten Atome enthält, ist beinahe der beste Leiter. Nicht, daß sich in diesen Befunden die umgekehrten Proportionen ausdrückten, denn Kupfer, das beinahe so viele Atome enthält wie Eisen, leitet immer noch besser als Gold und mehr als sechsmal so gut wie Eisen. Blei, das mehr Atome enthält als Gold, hat nur etwa ein Zwölftel seines Leitungsvermögens. Blei, das weitaus schwerer ist als Zinn und wesentlich leichter als Platin, hat jeweils nur die Hälfte des Leitungsvermögens dieser beiden Metalle. Und all dies passiert bei Substanzen, die wir zum jetzigen Zeitpunkt zwangsläufig als elementar oder einfach ansehen müssen. Wie auch immer wir die Materieteilchen und den Raum zwischen ihnen betrachten und die angenommene Beschaffenheit der Materie mit dieser Tabelle untersuchen – die Ergebnisse sind völlig verblüffend.

Nun lassen Sie uns den Fall von Kalium betrachten, einer dichten metallischen Substanz mit exzellentem Leitungsvermögen, sein Oxid oder Hydrat ist ein Nichtleiter. Es wird uns einige Tatsachen enthüllen, die von sehr großer Bedeutung für die angenommene Atomstruktur der Materie sind.

Wenn Kalium oxidiert, verbindet sich eines seiner Atome mit einem Sauerstoffatom, um ein Atom kohlen-saures Kali [*potassa*] zu bilden, und ein Atom kohlen-saures Kali [*potassa*] verbindet sich mit einem Wasseratom, das aus einem Sauerstoff- und einem Wasserstoffatom besteht, um das Atom eines Kalihydrats [*hydrate of potassa*] zu bilden, so daß das Atom eines Kalihydrats vier elementare Atome enthält. Das spezifische Gewicht von Kalium ist 0,865 und sein Atomgewicht 40; das spezifische Gewicht von gegossenem Kalihydrat, in einem solchen Reinzustand, wie ich ihn erhalten konnte, habe ich als annähernd 2 bestimmt, sein Atomgewicht lag bei 57. Von diesen Werten, die als Tatsachen anerkannt werden dürfen, lassen sich die folgenden merkwürdigen Schlußfolgerungen ableiten. Ein Stück Kalium enthält weniger Kalium als ein entsprechendes Stück Pottasche, das aus diesem und Sauerstoff gebildet wird. Wir können zu Kalium Sauerstoffatom für Sauerstoffatom dazufügen und dann erneut beides, Sauerstoff und Wasserstoff in zweifacher Atomanzahl, und dennoch wird die Materie mit all diesen Zusätzen weniger und weniger werden, bis sie nicht einmal zwei Drittel des Originalvolumens hat. Wenn ein vorgegebenes Volumen Kalium 45 Atome enthält, enthält dasselbe Volumen des Kalihydrats beinahe 70 Atome *des Metalls Kalium* und zudem 210 Sauerstoff- und

Wasserstoffatome. Wenn ich diese Annahmen mache, dann muß ich weitere anschließen, um irgendeine Aussage treffen zu können. Lassen Sie mich daher annehmen, daß alle Atome des Kalihydrats die gleiche Größe haben und sich beinahe berühren und daß in einem Kubikzoll dieser Substanz 2800 elementare Kalium-, Sauerstoff- und Wasserstoffatome sind. Nehmen Sie 2100 Sauerstoff- und Wasserstoffatome weg, und die 700 verbleibenden Kaliumatome werden auf mehr als eineinhalb Kubikzoll anschwellen, und wenn wir die Anzahl reduzieren, bis nur noch die übrigbleiben, die in einem Kubikzoll zu erfassen sind, sollten wir ungefähr 430 haben. Also ist ein Raum, der 2800 Atome enthalten kann, von denen 700 Kaliumatome sind, vollkommen ausgefüllt durch 430 Kaliumatome, wie sie im herkömmlichen Zustand in diesem Metall vorliegen. Sicherlich müssen die Kaliumatome dann, den Annahmen der Atomtheorie zufolge, in dem Metall sehr weit auseinanderliegen, das heißt, es muß wesentlich mehr Raum als Materie in diesem Körper geben: Und doch ist Kalium ein hervorragender Leiter, und demnach muß Raum ein Leiter sein. Aber wie sieht es dann mit Schellack, Schwefel und den anderen Nichtleitern aus? Denn der Theorie zufolge muß auch in ihnen Raum enthalten sein.

Noch einmal: Das Volumen, das, solange es im metallischen Zustand ist, 430 Kaliumatome enthalten wird und nichts anderes, wird, wenn das Kalium in Salpeter umgewandelt wird, beinahe die gleiche Anzahl an Kaliumatomen enthalten, das heißt 416, und dann auch noch siebenmal so viele, das heißt 2912 Stickstoff- und Sauerstoffatome zusätzlich. In Kaliumcarbonat [*carbonate of potassa*] wird der Raum, der lediglich die 430 Kaliumatome im metallischen Zustand enthält und durch diese vollkommen ausgefüllt ist, nach der Umwandlung 256 Kaliumatome mehr enthalten, das macht 686 Atome dieses Metalls und zusätzlich 2744 Sauerstoff- und Kohlenstoffatome.

Diese und ähnliche Überlegungen könnten mit gleichermaßen bemerkenswerten Ergebnissen durch Verbindungen von Natrium mit anderen Körpern ausgeweitet werden, und in der Tat um so mehr, wenn die Verbindungen einer Substanz wie Sauerstoff oder Schwefel mit verschiedenen Körpern miteinander verglichen werden.

Mir ist nicht unbekannt, daß der Verstand durch Phänomene der Kristallisierung und durch Chemie und Physik im allgemeinen überaus kraftvoll zur Anerkennung von Kraftzentren getrieben

wird. Ich fühle mich, vorerst hypothetisch, gezwungen, diese anzuerkennen, und kann nicht ohne sie auskommen. Aber ich habe große Schwierigkeiten mit der Konzeption von Materieatomen, von denen angenommen wird, daß sie in Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen mehr oder minder weit voneinander entfernt sind, daß sie Zwischenräume haben, die nicht durch Atome besetzt sind, und ich sehe große Widersprüche in den Schlußfolgerungen, die aus einer solchen Ansicht folgen.

Wenn wir überhaupt etwas annehmen müssen, wie wir es in der Tat im momentanen Wissensgebiet kaum vermeiden können, dann scheint es der sicherste Weg zu sein, so wenig wie möglich zu vermuten, und in dieser Hinsicht scheinen mir die Atome von Bošković einen großen Vorteil gegenüber der gängigeren Auffassung zu haben. Seine Atome, wenn ich es recht verstehe, sind reine Kraftzentren, keine Materieteilchen, in denen sich die Kräfte selbst befinden. Wenn wir, der herkömmlichen Sicht auf die Atome folgend, die Materieteilchen jenseits der Kräfte a nennen und das System von Kräften in und um sie herum m , dann verschwindet a in Bošković' Theorie oder ist ein rein mathematischer Punkt, während es der gewöhnlichen Auffassung zufolge ein kleines, unveränderliches, undurchdringliches Stück Materie ist und m eine Kraftatmosphäre, die um es herum gruppiert ist.

In vielen der hypothetischen Anwendungen, wie sie von Atomen in der Kristallographie, Chemie, im Magnetismus etc. gemacht werden, bewirkt dieser Unterschied in der Annahme kleine oder auch gar keine Veränderung in den Ergebnissen, aber in anderen Fällen – wie dem der elektrischen Leitung, der Natur des Lichts, der Art und Weise, in der sich Körper miteinander verbinden, um Verbindungen herzustellen, der Wirkung von Kräften wie Hitze oder Elektrizität auf Materie – wird der Unterschied gewaltig sein.

Lassen Sie uns auf Kalium zurückkommen, in dem die Atome im metallischen Zustand der herkömmlichen Ansicht zufolge, wie wir gesehen haben, sehr weit voneinander entfernt sein müssen. Wie können wir uns infolge des Gesagten für einen Moment vorstellen, daß seine leitende Eigenschaft zu ihm gehört außer als Folge der Eigenschaften des Raums oder, wie ich es oben genannt habe, des m ? Demnach müssen auch seine anderen Eigenschaften im Hinblick auf Licht oder Magnetismus oder Festigkeit oder Härtegrad oder spezifisches Gewicht zu ihm gehören, bedingt durch

die Eigenschaften oder Kräfte des m , nicht der des a , das ohne die Kräfte so wahrgenommen wird, als hätte es keine Wirkmöglichkeiten. Aber dann ist das m sicherlich die *Materie* des Kaliums, denn wo gibt es den geringsten Grund dafür (außer in einer unbegründeten Annahme), sich einen Gattungsunterschied zwischen der Natur dieses Raumes in der Mitte der Zentren zweier angrenzender Atome und jedem anderen Punkt zwischen diesen Zentren vorzustellen? Einen graduellen Unterschied oder gar einen Unterschied in der Natur der Kraft in Übereinstimmung mit dem Kontinuitätsgesetz kann ich zugestehen, aber einen Unterschied zwischen einem vermeintlich kleinen harten Teilchen und den Kräften um es herum kann ich mir nicht vorstellen.

Meiner Ansicht nach verschwindet daher das a oder der Kern, und die Substanz besteht aus den Kräften oder m ; und was für ein Bild können wir uns denn von einem Kern machen, der unabhängig von seinen Kräften ist? Unsere gesamte Wahrnehmung von dem und Wissen über das Atom, und sogar unsere Phantasie, ist auf die Vorstellung von seinen Kräften beschränkt: Welcher Gedanke bleibt, mit dem man die Vorstellung von einem a untermauern kann, das unabhängig von seinen anerkannten Kräften ist? Ein Verstand, der sich diesem Gegenstand gerade nähert, mag es für schwierig erachten, die Kräfte der Materie unabhängig von einem gesonderten Etwas zu denken, das *die Materie* genannt wird, aber es ist mit Sicherheit sehr viel schwieriger und in der Tat unmöglich, sich diese *Materie* unabhängig von ihren Kräften zu denken oder vorzustellen. Nun kennen und erkennen wir die Kräfte in jedem Phänomen, die abstrakte Materie in keinem. Warum sollten wir dann die Existenz von etwas annehmen, von dem wir nichts wissen, von dem wir uns keine Vorstellung machen können und für das es keine philosophische Notwendigkeit gibt?

Bevor ich mit diesen Überlegungen zum Ende komme, werde ich Bezug nehmen auf einige der wichtigen Unterschiede zwischen der Annahme, daß Atome lediglich aus Kraftzentren bestehen wie die von Bošković, und der anderen Annahme, daß Moleküle, in denen und um die herum Kräfte angebracht sind, aus etwas besonderem Materiellen bestehen.

Bei den zuletzt genannten Atomen besteht eine Materiemasse aus Atomen und Zwischenraum, bei den zuerst genannten Atomen ist Materie überall vorhanden, und es gibt keinen Zwischen-

raum, der von ihr nicht eingenommen wird. In Gasen berühren sich die Atome ebenso sehr wie in Feststoffen. Insofern berühren sich die Atome von Wasser, ganz gleich ob diese Substanz die Form von Eis, Wasser oder Wasserdampf hat; es gibt keinen reinen Zwischenraum. Zweifellos variieren die Kraftzentren in ihrem Abstand voneinander, aber das, was wirklich die Materie eines Atoms ist, berührt die Materie seiner Nachbaratome.

Demzufolge wird Materie ganz und gar *kontinuierlich* sein, und wenn wir eine Masse davon betrachten, dürfen wir keinen Unterschied zwischen ihren Atomen und irgendeinem Zwischenraum annehmen. Die Kräfte um die Zentren herum geben diesen Zentren die Eigenschaften von Materieatomen. Und wenn viele Zentren durch ihre gemeinsamen Kräfte in einer Masse versammelt werden, dann geben die Kräfte auch jedem Teil dieser Masse die Eigenschaften der Materie. Aus dieser Perspektive löst sich jeglicher Widerspruch auf, der sich während der Betrachtung der elektrischen Isolierung und Leitung ergeben hatte.

Die Atome dürfen als höchst *elastisch* gedacht werden anstatt als überaus hart und unveränderlich in der Form. Die einfache Kompression einer Luftblase mit den Händen kann die Größe ein wenig verändern; und die Experimente von Cagniard de la Tour führen diese Größenveränderung weiter, bis der Unterschied im Volumen von einem zum anderen Mal einige hundert Mal gemacht worden ist. Dies ist auch der Fall, wenn ein fester oder ein flüssiger Körper in Dampf umgewandelt wird.

Im Hinblick auch auf die *Gestalt* der Atome und ihren, der herkömmlichen Annahme nach, bestimmten und unveränderlichen Charakter muß nun eine andere Meinung angenommen werden. Ein Atom selbst könnte als sphärisch, sphäroidal oder, dort wo sich viele in allen Richtungen berühren, als Dodekaeder gedacht werden, denn jedes einzelne wäre an den unterschiedlichen Seiten von zwölf anderen umgeben und würde gegen sie drücken. Wenn jedoch ein Atom als Kraftzentrum gedacht wird, würde das, was gewöhnlich mit dem Begriff *Gestalt* bezeichnet wird, nun mit der Beschaffenheit und der relativen Intensität der Kräfte in Beziehung gesetzt. Die Kraft, die in und um ein Zentrum herum angeordnet ist, könnte ausgehend von diesem Zentrum in jede Richtung in der Anordnung und Intensität einheitlich sein, und dann wäre ein Bereich mit gleicher Kraftintensität durch die Radien eine Kugel; oder

das Gesetz zur Kraftreduktion vom Zentrum nach außen könnte in unterschiedlichen Richtungen variieren, und dann wäre der Bereich mit gleicher Intensität eine Oblate oder ein längliches Sphäroid oder hätte andere Formen; oder die Kräfte könnten so beschaffen sein, daß sie das Atom polarisieren; oder sie könnten äquatorial oder anders um es zirkulieren, in der Art von vorgestellten magnetischen Atomen. Es gibt tatsächlich keine Annahmen zur Beschaffenheit der Kräfte in oder um einen festen Materiekern herum, die nicht ebenso mit Blick auf ein Zentrum gemacht werden können.

Dieser Betrachtung der Materie folgend, die nun von einer geringeren Stofflichkeit ausgeht, wären Materie und Materieatome wechselseitig durchdringbar. Was die wechselseitige Durchdringung der Materie betrifft, würde man denken, daß die Tatsachen in bezug auf Kalium und seine Verbindungen, die bereits beschrieben worden sind, genug wären, um diesen Punkt einem Verstand zu beweisen, der eine Tatsache als Tatsache akzeptiert und in seinem Urteil nicht durch vorgefaßte Ansichten blockiert ist. Im Hinblick auf die wechselseitige Durchdringung der Atome macht es auf mich den Eindruck, daß diese Sichtweise besonders im Fall der chemischen Verbindung in vielerlei Hinsicht eine schönere, jedoch genauso wahrscheinliche und philosophische Vorstellung von der Beschaffenheit der Körper darstellt als die anderen Hypothesen. Wenn wir annehmen, daß sich ein Sauerstoffatom und ein Kaliumatom verbinden und Pottasche produzieren, kann die Hypothese, daß Atome fest, unveränderlich und undurchdringlich sind, diese beiden Teilchen leicht nebeneinander positionieren, weil dies mechanisch vorgestellt und nicht selten auch so dargestellt wird. Aber wenn diese beiden Atome Kraftzentren sind, werden sie sich wechselseitig bis zu den eigentlichen Zentren durchdringen und auf diese Weise ein Atom oder Molekül mit Kräften entweder gleichförmig um ein Zentrum herum formen oder so angeordnet sein, wie es sich aus den Kräften der beiden Einzelatome ergibt. Die Art und Weise, in der sich zwei oder viele Kraftzentren auf diese Weise verbinden können und sich anschließend unter der Herrschaft stärkerer Kräfte wieder trennen, mag bis zu einem gewissen Grad durch das schöne Beispiel von der Verschmelzung zweier Meeresswellen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten zu einer einzigen illustriert werden, ihrer zeitweiligen perfekten Vereinigung und endgültigen Trennung in die Einzelwellen; ein Beispiel, das, glau-

be ich, während des Treffens der British Association in Liverpool betrachtet worden ist. Natürlich folgt aus dieser Sichtweise nicht, daß die Zentren immer zusammenfallen sollen. Das wird von der relativen Anordnung der Kräfte eines jeden Atoms abhängen.

Die hier dargelegte Sichtweise zur Beschaffenheit der Materie scheint notwendigerweise die Schlußfolgerung zu beinhalten, daß Materie den gesamten Raum füllt oder zumindest den gesamten Raum, über den sich die Gravitation erstreckt (mitsamt der Sonne und ihrem System). Denn Gravitation ist eine Eigenschaft der Materie, die von einer bestimmten Kraft abhängig ist, und es ist diese Kraft, die die Materie konstituiert. Dieser Ansicht nach ist Materie nicht bloß wechselseitig durchdringbar, vielmehr dehnt sich jedes Atom sozusagen durch die Gesamtheit des Sonnensystems aus, während es sein eigenes Kraftzentrum jedoch stets beibehält. Dies scheint auf den ersten Blick mit Mossottis mathematischen Untersuchungen und seiner Verbindung der Phänomene der Elektrizität, der Kohäsion, der Gravitation etc. zu einer Kraft in der Materie harmonisch übereinzustimmen; und auch noch mit dem alten Sprichwort: »Materie kann nicht dort agieren, wo sie nicht ist.« Jedoch wollte ich mich nicht auf Überlegungen wie diese einlassen oder darüber, was die Auswirkungen dieser Hypothese auf die Theorie des Lichts und den vermuteten Äther sein könnten. Mein Wunsch ist es vielmehr gewesen, bestimmte Tatsachen über elektrische Leitung und chemische Verbindung vorzubringen, die von großer Bedeutung für unsere Ansichten zur Natur der Atome und der Materie sind und die so dazu beizutragen, in der Naturphilosophie unser tatsächliches Wissen, das heißt das Wissen von Tatsachen und Gesetzen, von dem zu unterscheiden, das, obgleich es die Form von Wissen hat, das ganz und gar Entgegengesetzte sein könnte, weil es so vieles enthält, das bloß Annahme ist.

Ich bin, verehrter Herr Taylor, ganz der Ihre usw.

Michael Faraday

[Übersetzt aus dem Englischen von
Nina Gawe, Sigrid G. Köhler und Martina Wagner-Egelhaaf]²

² [Japhet Johnstone danken wir für die Unterstützung bei der Übersetzung aus dem Englischen, Eckart Köhler für die kritische fachliche Durchsicht des Textes; A. d. Ü.]