

www.e-rara.ch

Johann Samuel Traugott Gehler's Physikalisches Wörterbuch

Gehler, Johann Samuel Traugott

Leipzig, 1825-1845

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 8737

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-8925>

[Masse. - Mathematik.]

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

M a s s e.

Wir verstehn unter Masse eines Körpers die Menge seiner materiellen Bestandtheile und schreiben dem mehr Masse bei gleichem Volumen zu, den wir für dichter, dessen körperliche Theile als enger zusammengedrängt ansehen; aber da es uns an einem directen Mittel fehlt, diese körperlichen Theile ihrer Menge nach zu bestimmen, so bedienen wir uns andrer Hülfsmittel, um die Gröfse der Masse kennen zu lernen. Bei Körpern auf der Erde beurtheilen wir die Masse nach dem Gewichte und eine im luftleeren Raume angestellte oder nach bekannten Regeln von dem Einflusse des Abwägens in der Luft befreite Bestimmung des Gewichts sehn wir als die Masse des Körpers angehend an, so dafs wir ein Pfund Gold und ein Pfund Kork oder selbst ein Pfund Luft als gleich viel Masse enthaltend ansehen. Ganz sicher ist diese Gleichsetzung nicht, indem gar wohl bei einer gleichen Menge der Theile der eine Körper mehr, der andre minder von der Erde könnte angezogen werden, so wie das Eisen mehr als jeder andre Körper von Magnet angezogen wird; aber da die Geschwindigkeit des freien Falles und die Bewegung des Pendels gleich zu seyn scheint, der fallende Körper oder das Pendel bestehe aus noch so verschiedenartigen Materien, so haben wir bis jetzt keinen Grund, gegen diese Bestimmung Zweifel zu erheben.

Etwas anders verhält es sich mit den Bestimmungen der Masse der Planeten, diese lernen wir aus der Gröfse der von ihnen ausgeübten Anziehungskraft kennen, indem wir den Grundsatz annehmen, dafs die Attraction proportional der Masse sey, und daran die Schlüsse knüpfen, die in Beziehung auf die von Monden begleiteten Planeten im Artikel *Gravitation*¹ angegeben worden sind. Für diejenigen Planeten, welche keine Monde haben, ist die Gröfse ihrer Einwirkung auf andere Planeten das einzige Mittel, zu bestimmen, wie grofs ihre anziehende Kraft sey; diese Bestimmung ergiebt sich aus den Beobachtungen und es sollte nun die aus der Gröfse der anziehenden Kraft

1 Bd. IV. S. 1645.

gefolgerte Masse gleich herauskommen, welche beliebige Störungen, die ein Planet, z. B. Jupiter, im Laufe des einen oder des andern Planeten hervorbringt, man dabei zum Grunde legen möchte. Diese Gleichheit scheint aber nicht statt zu finden, sondern die Attraction, welche Jupiter auf den Saturn ausübt, scheint eine etwas andere zu seyn, als die, welche er auf Juno ausübt, und insofern scheint hier also die Behauptung, dafs wir die Massenverhältnisse der Planeten kennen, nicht ganz zulässig, sondern die Attraction scheint von derselben Planetenmasse ungleich mächtig auf den einen und auf den andern Planeten ausgeübt zu werden. Ein Beispiel zu dieser Behauptung giebt Jupiter, dem man nach den Ab-

messungen der Bahnen seiner Monde eine Masse $= \frac{1}{1067,09}$ glaubte beilegen zu müssen, der nach der Einwirkung auf Saturn eine Masse $= \frac{1}{1070,5}$ zu haben scheint und dessen Masse

NICOLAI¹ aus den Beobachtungen der Juno (mit welchen GAUSS's Untersuchungen über Pallas übereinstimmen), $= \frac{1}{1053,924}$

findet. Merkwürdig würde es hierbei seyn, wenn die zwischen Mars und Jupiter laufenden Planeten sich als gleichartig in Beziehung auf diese Anziehung zeigten. Dafs eine solche ungleiche Anziehung einer Masse, ungleich wegen der Verschiedenartigkeit der Körper, auf welche sie ausgeübt wird, nicht unwahrscheinlich sey, hat J. T. MAYER² schon früher geäußert.

B.

M a t e r i e.

Materia; Matière; Matter.

Materie ist nach der allgemeinsten Bedeutung des Wortes die wesentliche Grundlage alles Vorgestellten. In diesem Sinne sagt man: sich über gewisse Materien unterhalten, auch be-

¹ Astr. Jahrb. 1826. S. 226. 1827. S. 137.

² Comment. de affinitate chemica corporum coelestium. In Comm. Soc. Reg. Gott.

ruht hierauf der Unterschied der Materie und der Form. Dieser allgemeine Begriff gehört jedoch zunächst in die Philosophie und nicht speciell zur Physik, indem diese letztere Wissenschaft vielmehr von allem, was bloß vorgestellt und gedacht wird, ebenso wie von allem, was geistig ist, gänzlich abstrahirt, dagegen aber die Materien ganz eigentlich in den Bereich ihrer Untersuchungen zieht. Hiernach ist nämlich die Materie der Inbegriff alles dessen, was sinnlich wahrnehmbar ist, was entweder an sich, oder durch seine Wirkungen, einen Eindruck auf die Sinne macht, mithin die objective Grundlage der gesammten Naturforschung, und wenn man zugesteht, daß mit Ausschluss alles dessen, was zur Geisterwelt gerechnet wird, keine Kraft selbstständig existiren kann, so bietet die ganze Natur oder die Körperwelt nur Materie mit verschiedenen ihr eigenthümlichen Kräften dar. Hierüber war man von jeher fast allgemein einverstanden, insofern namentlich jeder Körper für räumlich begrenzte Materie gehalten wurde. Inzwischen mußte es bald auffallen, daß die äußern Gegenstände größtentheils unaufhörlich Gestalt und Beschaffenheit wechseln, welches daher schon früh die Frage veranlafte, was denn die Materie an sich oder ihrem Wesen nach sey, wodurch sie ihren Ursprung, ihre Existenz, erlangt habe und welche Ursachen den mannigfaltigen Wechsel bei derselben bedingen möchten. Die Beantwortung dieser Fragen hat von den ältesten Zeiten an eine Menge Untersuchungen veranlaßt, durch welche jedoch bis jetzt noch kein anderes Resultat herbeigeführt worden ist, als die Ueberzeugung, daß wir das eigentliche Wesen der Materie nicht kennen und vielleicht überall zu erforschen außer Stand sind. Je weniger fruchtbar daher alle die zahlreichen Speculationen bis jetzt waren, um so mehr kam man zu der Ueberzeugung, daß es unnütz sey, so viele Zeit und Mühe darauf zu verwenden; man achtete sie weniger und richtete seine Aufmerksamkeit mehr auf die Erforschung der erkennbaren Naturgesetze, ja selbst die Geschichte der frühern Forschungen verlor viel von ihrem Interesse, und ich darf daher mit Zuversicht auf allgemeine Billigung rechnen, wenn ich auch hier nur die wichtigsten Elemente und die erforderlichen literarischen Nachweisungen zusammenstelle, ohne mich auf eine ausführliche Darstellung aller verschiedenen Meinungen einzulassen. Diesemnach wird es genügen, wenn ich zuerst eine

geschichtliche Uebersicht der verschiedenen aufgestellten Hypothesen mittheile und demnächst angebe, was die bedeutendsten Physiker der neuesten Zeit unter Materie verstehn¹.

1) Man darf im Allgemeinen annehmen, daß die ältesten Naturphilosophen die in den verschiedenen Körpern, also auch in der ganzen Aufsenwelt, vorhandene Materie als etwas Gegebenes betrachteten, die Veränderungen der Dinge aber größtentheils als eine Folge von Verdichtungen ansah, indem die einfache Grundlage der Körperwelt entweder das Wasser oder das Feuer oder eine dem letztern ähnliche ätherische Substanz seyn sollte. Die Perser und namentlich die Magier hielten das Feuer für den Urstoff aller Dinge², die Indier und Aegyptier das Wasser³, und es ist wahrscheinlich, daß THALES von Milet (610 v. C. G.) seine bekannte Hypothese von letztern entlehnte⁴, unter dessen Schülern jedoch schon ANAXIMENES (550 v. C. G.) der Luft den Vorzug gab. Bald nachher stellte ANAXAGORAS (470 v. C. G.) die Hypothese der *Homoeomerieen* oder gleichartigen Theilchen auf; am meisten Aufsehn aber erregte das System des PYTHAGORAS (550 v. C. G.), wonach die vier Stoffe, Feuer, Luft, Wasser und Erde, als Elemente aller Körper zu betrachten sind, wenn man von demjenigen abstrahirt, was nach ihm die *Monas*, *Dyas* u. s. w. und seine abstracten Zahlenbestimmungen für eine Bedeutung haben mögen. Die Lehre von den vier Elementen hat sich bis zu den spätesten Zeiten herab erhalten und nur einige wenige nach ihm aufgestellte Hypothesen verdienen eine kurze Erwähnung.

HERAKLIT (502 v. C. G.) und XENOPHANES (480 v. C. G.) blieben im Ganzen der Hypothese des PYTHAGORAS getreu, unter den Schülern des letztern aber scheint EMPEDOKLES (440 v. C. G.) noch feinere Elemente, als die genannten, ange-

1 Ausführlich über die ältern Systeme, dann aber hauptsächlich über die chemische Atomenlehre, wird gehandelt in: An Introduction to the Atomic Theory, comprising a sketch of the opinions entertained by the most distinguished ancient and modern philosophers with respect to the Constitution of Matter. By CHARLES DAUBENY cet. Oxf. 1831.

2 P. BAYLE Dict. Art. Matière.

3 Strabo L. XV. Diog. Laert. in Prooem.

4 Diog. Laert. Lib. I. Plut. de Plac. Phil. L. I.

nommen zu haben. LEUCIPP¹ (502 v. C. G.) war der erste, welcher höchst feine, verschieden gestaltete und ihrem Wesen nach verschiedene Atome, die den gesammten Raum erfüllen oder vielmehr darin zerstreut seyn sollten, als Grundlage aller Körper betrachtete, denen er dann eine geradlinige Bewegung beilegte, in Folge deren die gleichartigen sich vereinigen mußten, während die heterogenen, insbesondere die leichtern, in weite Räume gelangten. Fast ein Jahrhundert später erweiterte DEMOKRIT (420 v. C. G.) diese Hypothese, noch mehr aber EPIKUR (345 — 274 v. C. G.), welcher den Namen der *Atome* einführte, hierdurch die Untheilbarkeit und somit die Unveränderlichkeit dieser Elemente aussprach und ihnen zugleich eine Bewegung in verschiedenen Richtungen beilegte, weil ohne diese eine Vereinigung derselben unstäthhaft seyn mußte. Man hat dieses System mit Recht das atomistische genannt, indem seine Wesenheit hauptsächlich darauf beruht, daß nach demselben die gesammten Körper durch das Zusammentreffen gleichartiger Theilchen in Folge ihrer ursprünglichen Bewegung gebildet werden und daß die Beschaffenheit der Atome zugleich die Eigenschaften der daraus zusammengesetzten Körper bedingt. Die Hypothese von untheilbaren Körperelementen oder Atomen liegt übrigens so nahe bei der Sache und folgte so einfach und unmittelbar aus der Theilbarkeit der Körper, daß CUDWORTH² sie mit Recht für älter hält, als die Zeiten des LEUCIPP und EPIKUR, und daß sie diesen zugeschrieben wurde, beruht hauptsächlich auf der systematischen Form, worein sie dieselbe brachten. Außerdem scheint EPIKUR sich hauptsächlich bemüht zu haben, die Eigenschaften der verschiedenen Körper auf die Gestalt der Atome zurückzuführen, ohne überall wirkende Kräfte anzunehmen, außer der Schwere, welche jedoch von der ursprünglich ihnen eigenthümlichen Bewegung unabhängig seyn sollte.

2) Die Hypothese des EPIKUR fand vielen Beifall und wurde in erweiterter systematischer Gestalt durch LUCRETIVS CARUS³ dargestellt, in einem mehr philosophischen Gewande

¹ Diog. Laert. Lib. IX.

² Systema intellectuale ed. Mosheim. Jen. 1783. fol. T. I. p. 9.

³ De rerum natura. Ed. WAKEFIELD. Lond. 1796.

durch GASSENDI¹. Am meisten Aufsehn erregte in den neuesten Zeiten das System de LE SAGE², nach welchem die Materie aus Atomen besteht, die durch eine eigenthümlich mit ihnen verbundene Potenz, einen gewissen ätherischen Stoff, bewegt werden. Nimmt man diese Hypothese, die aufer etwa PREVOST³ kaum irgend einen Anhänger gefunden hat, in ihrer ganzen Strenge, so werden alle Kräfte, wenigstens alle ursprüngliche oder Grundkräfte, aus der Natur verbannt; aber es scheint mir überflüssig, selbst nur die Ideen des LE SAGE und die Anwendungen, welche er selbst und PREVOST auf die Naturerscheinungen davon gemacht haben, näher anzugeben.

3) Die Meinungen der ältesten Philosophen über das Wesen der Materie findet man größtentheils in der Physik des ARISTOTELES⁴ angegeben, allein es ist schwer, in wenigen Worten zusammenzufassen, was dieser scharfsinnige speculative Philosoph selbst unter Materie verstand, indem seine Untersuchungen über die Natur sich zu tief in das Gebiet der bloßen Abstraction verlieren. Es war nämlich den ältern Philosophen mehr darum zu thun, schulgerechte Schlüsse über ideelle Principien aufzustellen, als die gegebene Natur bestimmt aufzufassen und die Gesetze der Außenwelt aus ihr selbst zu entnehmen. So scharfsinnig daher auch alle die Sätze seyn mögen, welche ARISTOTELES über Seyn und Werden, über Zeit und Raum, über das Begrenzte und Unbegrenzte, Bewegung und Ruhe, Dichtes und Leeres aufstellte, so zeigt sich doch auffallend, dafs er das eigentliche Wesen der Materie nicht erfaßt hatte, indem er die vier Elemente, Feuer, Luft, Wasser und Erde, als Grundlage aller Körper annahm. Dieser letztere Satz war daher die Hauptsache, welche die spätern

1 Syntagma philos. Epicuri. Opp. T. III. Lugd. 1658. fol.

2 Lucrèce Newtonien in Nouveaux Mém. de l'Acad. Roy. de Berlin. 1782. p. 404. De l'origine des forces magnétiques par Prevost. Genév. 1788. T. I. chap. 2.

3 Deux Traités de physique mécanique publiés par P. Prevost, comme simple éditeur du premier (von Le Sage) et comme auteur du second. Genève et Par. 1818. 8.

4 Am vorzüglichsten hierüber ist: ARISTOTELES Physik. Uebersetzt und mit Anmerk. begleitet von C. H. WEISSE. Leipz. 1829. 1 Bd. 8.

Anhänger dieses philosophischen Systems aus demselben in die Erklärung der Naturgesetze übertrugen, nachdem PYRRHO (336 v. C. G.) alle objective Realität geleugnet hatte und die spätern Scholastiker sich in spitzfindige Streitigkeiten verwickelten, unter denen die der Realisten und Nominalisten mit größter Heftigkeit geführt wurden. Ein Hauptsatz der scholastischen Naturphilosophie ist ferner die Zusammensetzung aller Körper aus materiellen Theilchen, die mit gewissen Kräften (*ποιότητες* von *ποιεῖν* machen, bewirken) begabt seyn sollten, welche CICERO¹ *qualitates* nannte und die Scholastiker für verborgene, unbekannte (*occultas*) ausgaben, weil das Wesen derselben ebenso wenig als das der Materie ergründet werden kann. Man begreift bald, daß es gar nicht schwer seyn kann, alle vorkommende Erscheinungen zu erklären, wenn man sie auf solche unbekannte Kräfte zurückführt.

4) Die naturphilosophischen Untersuchungen beginnen eine neue und wichtige Epoche mit CARTESIUS. Ist nach diesem der Mensch völlig frei von aller positiven Erkenntniß, so wird er beim Anfangen seines Bewußtseyns zur Ueberzeugung von seiner Existenz als der eines denkenden Wesens gelangen (*cogito, ergo sum*) und somit sich selbst von der Außenwelt, das Geistige vom Körperlichen oder Materiellen unterscheiden, indem ihm jenes als einfach, dieses als zusammengesetzt erscheint. Man hat seinem Systeme wegen des Gegensatzes zwischen Geist und Materie den Namen des *Dualismus* gegeben. Die Materie besteht nach CARTESIUS aus Atomen, die an sich und ihrem Wesen nach zwar untheilbar sind, dem Begriffe nach aber als theilbar vorgestellt werden können, weil sie ausgedehnt seyn müssen. Ihm ist nämlich die Ausdehnung eine so wesentliche Bedingung der Materie, daß er die Existenz und selbst die Möglichkeit eines leeren Raumes gänzlich leugnet, indem der Raum erst durch die Ausdehnung der Materie gegeben wird, mit der Wegnahme der letztern aber bloß eine Negation bleibt, die dann unmöglich etwas Reelles, etwas Wirkliches seyn kann.

CARTESIUS² war in einem hohen Grade atomistischer Phi-

¹ Qu. Acad. I. 7. De nat. Deor. II. 37.

² Principia philosophiae. In Opp. Amst. 1692. IV voll. 4. T. II. Ueber die Meinungen der ältesten Philosophen, über das System des

Iosoph. Nach ihm bestand alle Materie anfänglich aus gleich grossen Theilchen, allein durch ihre Bewegung und Reibung an einander wurden sie ungleich und bildeten im Allgemeinen drei unterschiedene Classen. Die feinsten Partikelchen wurden am weitesten in gerader Richtung fortgeschleudert und bildeten die Sonne nebst den Fixsternen, die nächst gröbern und noch theilbaren bewegten sich in schiefen Bahnen und dienten zur Bildung des Himmels und der Wirbel, die gröbern endlich, zur Bewegung minder geeigneten und verschieden gestalteten, mußten sich vereinigen und die Erde nebst den Planeten und Kometen erzeugen. Obgleich aber unsere Erde aus diesen gröbern Theilen der dritten Classe hauptsächlich zusammengesetzt ist, so enthält sie doch in ihrem Innern und auf ihrer Oberfläche noch eine Menge der feinern, die ihr ohnehin von der Sonne stets zuströmen. CARTESIUS ging sogar so weit, daß er die Eigenthümlichkeiten des Feuers, des Wassers und selbst zusammengesetzter in ihren Eigenschaften sehr verschiedener Körper aus seiner Hypothese von den drei ungleich feinen Elementen zu erklären versuchte¹. Diese Elemente sind zwar im eigentlichen Sinne Atome, unterscheiden sich jedoch von denen der ältesten Philosophen wesentlich darin, daß sie noch theilbar sind, sich nicht im leeren Raume befinden, an sich keine Schwere haben, sondern diese erst durch ihre Lage und Bewegung gegen einander erhalten, und daß ihre Vereinigung zu den verschiedenen Körpern nach ganz andern Gesetzen erfolgt. Wie wenig übrigens diese bloß hypothetischen Fitionen mit den Erscheinungen in der Natur übereinstimmen, fällt ohne Weiteres von selbst in die Augen.

5) Als ein Gegner des CARTESIUS kann ROBERT BOYLE² betrachtet werden. Nach diesem liegt allen Körpern nur eine und dieselbe ausgedehnte theilbare und undurchdringliche Urmaterie zum Grunde und die Verschiedenheiten, welche wir wahrnehmen, sind Folgen der ungleichen Gröfse, Gestalt, der Ruhe, der Bewegung und der gegenseitigen Lage, wonach es

CARTESIUS und die Einwürfe seiner Gegner handelt ausführlich COLINI MAC-LAURINI *expositio philosophiae Newtonianae*. Lib. I.

¹ Vergl. *Geologie*. Bd. IV. S. 1242.

² On the usefulness of experimental philosophy. Oxf. 1671. 4.

also überall keine unveränderlichen Elemente giebt. BOYLE berief sich hierbei auf Resultate der Erfahrung, die er durch verschiedene Versuche erhalten haben wollte, und legte überhaupt der empirischen Forschung einen größern Werth bei, als der speculativen; allein schwerlich können jene zu der Folgerung berechtigt haben, daß es überall keine unveränderliche Materie gebe. Diesem entgegengesetzt war WOODWARD'S¹ Meinung. Nach diesem war die vom Schöpfer geschaffene Materie ursprünglich verschieden und wurde sogleich nach ihrem Entstandenseyn in verschiedene Arten von Körperchen getheilt, die hinsichtlich ihrer Bestandtheile, Schwere, Härte, Elasticität und selbst der äußern Gestalt unterschieden waren, aus deren vielfachen Verbindungen dann die große Menge der mannigfaltig sich unterscheidenden Körper hervorging.

6) NEWTON² hält sich in seiner Naturphilosophie zwar möglichst weit von aller bloß metaphysischen Speculation entfernt, allein im Ganzen geht aus seinen Darstellungen unverkennbar hervor, daß nach ihm die Materie aus verschwindend kleinen Theilchen oder Atomen besteht, ohne jedoch über deren Ursprung oder eigentliche Beschaffenheit irgend ein Urtheil auszusprechen. Was er hierüber sagt, ist meistens als Frage in seiner Optik enthalten, also überall nicht einmal als dogmatischer Satz ausgedrückt, inzwischen führen hierauf seine bekannten Behauptungen, daß die Gravitation der Menge materieller Theilchen in einem Körper proportional sey und daß überhaupt die bewegende Kraft durch die Masse bestimmt werde. Hiernäch muß man den Atomen Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Härte und Trägheit, als allgemeine Eigenschaft aber die Attraction beilegen, auch streitet NEWTON'S System gegen den vollen Raum des CARTESIUS und den falschen Begriff, daß Ausdehnung und Materie einerlei sey, ohne sich jedoch auf eine Erklärung über das eigentliche Wesen der Materie und der ihr eigenthümlichen Anziehungskraft einzulassen.

1 An Essay towards the natural history of the Earth. Lond. 1733. 8.

2 An verschiedenen Stellen in seinen Werken, namentlich Optice ed. Clarke. p. 327. Vergl. COLINI MAC-LAURINI Expositio philosophiae Newtonianae. Lib. II. seq.

Der große Beifall, womit die Philosophie des CARTESIUS aufgenommen wurde, mußte eine gewisse Art der Ueberzeugung herbeiführen, als ob die Natur der Dinge an sich mit Hintansetzung der Erfahrung durch bloße Speculation erkannt werden könne. Weil aber die Resultate der abstracten Speculation mit den Ergebnissen der sinnlichen Wahrnehmungen nicht übereinstimmten und die bloße Betrachtung der Naturkörper ihr eigentliches Wesen nicht zu enthüllen vermochte, so führte dieses zum Idealismus, welcher daher dem Systeme des DES CARTES unmittelbar folgte. MALEBRANCHE¹ stellte den Satz auf, daß die sinnlichen Anschauungen auf einem bloßen Scheine beruhten, alle unsere Vorstellungen aber nur Ideen seyen, die durch die Gottheit im Menschen hervorgebracht würden, ja der Glaube verstatte selbst die Existenz aller Dinge, außer Gott und den Geistern, zu leugnen, die Seele aber existire nur durch Gott und sey unmittelbar mit ihm verbunden. BERKELEY² machte diesen Idealismus noch mehr demonstrativ und zeigte, daß man selbst den Gegenbeweis nicht aufstellen könne, als ob hiernach außer dem Menschen gar nichts existire, was die Sinneseindrücke erzeuge, indem die göttlichen, auf unsern Geist einwirkenden Ideen wirklich außer uns vorhanden seyen. Noch weiter gingen SPINOZA³ und HUME. Nach ersterm ist die Gottheit überall eine unendliche Denkkraft, aus welcher alle geistige Thätigkeiten unmittelbar und alle körperliche Erscheinungen durch Ausdehnung hervorgehn. Nach MENDELSSOHN⁴ ist daher SPINOZA's Welt oder vielmehr Gott das nämliche Weltideal, welches z. B. nach PLATO vor dem Anfange aller Dinge als ein Plan im göttlichen Verstande vorausgesetzt wird. HUME's System leugnet sogar alle Substanzen, Objecte und wirkliche Dinge und läßt die ganze geistige und materielle Welt aus einer Menge und Reihenfolge vorübergehender Erscheinungen bestehn, aus einem Wechsel, worin nichts ist, das stets das-

1 De la recherche de la vérité. 7me éd. à Paris 1721. II. T. 4. Part. II. L. III. ch. 1.

2 Treatise concerning the principles of human knowledge. Dialogues between Hylas and Philonous.

3 Opp. ed. H. E. G. Paulus. Jen. 1802. II voll. 8.

4 Philosophische Schriften. Th. I. Gespr. 2.

selbe bliebe. So leicht es übrigens scheint, die Realität der Objecte aufser uns dem Zweifler fühlbar zu machen, so überzeugt man sich doch bald, daß die Lebendigkeit der Phantasiegebilde und der Traumgestalten diesem ein unübersteigliches Hinderniß entgegenstellen.

7) Daß sich neben dem Idealismus auch der alles rein Geistige leugnende Materialismus erhob, läßt sich schon aus der allgemein bekannten Tendenz des menschlichen Verstandes vermuthen, von einem nicht befriedigenden Extreme sofort zu dem gerade entgegengesetzten überzugehn; inzwischen wurden die Aeußerungen desselben nicht so offenkundig, weil sie gegen die Begriffe vom Wesen der Gottheit, der menschlichen Seele und deren Unzerstörbarkeit anstoßen. LEIBNITZ¹ suchte die widersprechenden Systeme durch seine *Monadologie* zu vereinigen. Die Argumente der Idealisten, daß der aus unserm Selbstgeföhle entstandene Begriff der Existenz nur auf geistige Wesen, wie wir selbst sind, übertragen werden könne und daß unsere Vorstellungen von Materie sich doch am Ende in einen bloßen Begriff von Erscheinungen und Eigenschaften auflösen, schienen ihm gewichtig genug, um die wirkliche Existenz ausgedehnter Atome zweifelhaft zu finden, insbesondere da sie nach CARTESIUS zwar in der Wirklichkeit untheilbar, unserer Vorstellung nach jedoch noch theilbar seyn sollten. Diesemnach nahm er die Ausdehnung selbst mit allen sinnlichen Eigenschaften für einen bloßen Schein, der aus einer verworrenen Vorstellung einfacher Substanzen entstehe. Nach ihm liegen daher allen Dingen *Monaden* zum Grunde, die den geistigen Wesen ähnlich als Vorstellkräfte zu betrachten sind und deren jede ihre bleibende Grundbestimmung hat. Die ganze Welt besteht also aus einer stetigen Reihe solcher Monaden, deren Beschaffenheit und Größe sehr verschieden ist, insofern sie stufenweise von den gröbern und unvollkommenern zu den feinern und vollkommnern übergehn. Grundlage der Materie sind hauptsächlich die gröbern, gleichsam schlafenden, ähnlich der Seele im Schlafe, nur der dunkelsten Perceptionen ohne Bewußtseyn fähig, die wachenden dagegen sind geistiger Natur und steigen in steti-

¹ Princ. philos. in Opp. ed. Lud. DUTENS. Genev. 1768. VI. T. 4. T. II.

ger Reihe von der niedrigsten bis zur höchsten Geisterart auf. Die vollkommenste aller wirklichen und denkbaren Vorstellkräfte, die höchste Monade, ist die Gottheit, welche sich alle mögliche Substanzen mit ihren Accidenzen und Verhältnissen auf das Deutlichste in und durch sich selbst und ohne vorbildende Aufsendinge vorstellt¹.

Nachdem die Newton'sche Physik, in ihren Hauptsätzen über die Cartesische Wirbeltheorie triumphirend, stets mehr Eingang und ungetheilten Beifall fand, verwiesen die Physiker den Streit über das Wesen der Materie in das Gebiet der speculativen Philosophie, wo man sich jedoch mit diesem Gegenstande gleichfalls nicht lebhaft beschäftigte. Die Physiker dagegen nahmen die Materie als das Gegebene, die Grundlage der Körperwelt Ausmachende an, waren dabei im Ganzen Anhänger der Atomistik, indem sie untheilbare Elemente der Körper und leere Zwischenräume als existirend betrachteten, und einige neigten sich sogar zu der Hypothese von den vier Elementen der Peripatetiker hin, wie unter andern LAMARK², welcher noch die verglasbare Erde hinzusetzte und die Verschiedenheit der Körper aus einer quantitativen Ungleichheit der Mischung dieser Elemente erklärte. Nicht zu rechnen, daß verschiedene feinere ätherische Stoffe, als schweflige, ölige und sonstige Dünste, ohne genügend prüfende Gründe unter die Zahl der materiellen Stoffe aufgenommen wurden. Man schien in einer langen Periode kaum geneigt, den speculativen Untersuchungen über das Wesen der Materie eine vorzügliche Aufmerksamkeit zu widmen, weswegen der wichtigste, in der Mitte des vorigen Jahrhunderts gemachte Versuch dieser Art in Deutschland kaum, desto mehr aber in England beachtet wurde.

8) ROGER JOSEPH BOSCOVICH nämlich verdient in Beziehung auf sein System über das Wesen der Materie nach CARTESIUS und LEIBNITZ den dritten Platz einzunehmen und es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß sein System die dieser beiden Vorgänger übertrifft und auch an sich eine vorzügliche

1 Vergl. HANSCH Principia philos. Frc. et Lips. 1728. 4. A. G. BAUMGARTEN über Leibnitzen's Monadologie. Halle 1738. 8.

2 Mém. de Physique et d'histoire naturelle. Par. an V. Voigt Mag. Th. I. St. 4. S. 59.

Aufmerksamkeit verdienen würde, wenn der gegenwärtige Standpunct der Physik nicht alle solche rein speculative Untersuchungen als überflüssig zurückwies, weil die ungetheilte Aufmerksamkeit bloß darauf gerichtet ist, zuvor erst die nächsten Naturgesetze aufzufinden. Mit Grunde muß man nämlich jede Bemühung, das Wesen der Materie im Allgemeinen zu ergründen, so lange gänzlich zurückweisen, als noch nicht unwidersprechlich entschieden ist, ob es nur eine oder zwei elektrische Materien giebt, ob diese mit dem Magnetismus identisch oder davon verschieden ist, ob die Lichterscheinungen auf Vibrationen oder auf der Emanation eines Lichtäthers beruhen u. s. w. Aus diesem Grunde ist es auch keineswegs der Mühe werth, jenes System in größerem Umfange zu kennen, und es genügt vielmehr, die Hauptsache desselben kurz anzugeben. BOSCOVICH¹ verwarf die Atome, d. h. kleine absolut harte und undurchdringliche Elemente, ungefähr aus folgenden Gründen. Dieselben werden sich, um einen Körper zu bilden, entweder berühren oder nicht. Findet das Letztere statt, so kann kein Körper entstehen, sondern man behält stets kleine discrete Atome; nimmt man dagegen das Erstere an, so findet kein Eindringen einer Materie in eine andere statt, weil die vereinten absolut harten und undurchdringlichen Atome einen mit diesen Eigenschaften gleichfalls begabten Körper bilden müssen. In Beziehung auf die Monaden deutet er an, daß diese, wenn sie aus dem Bereiche des Geistigen heraustreten und zur Basis wirklicher Körper werden, nicht füglich etwas anderes als Atome seyn können. Nach ihm besteht daher die Materie aus physischen Puncten², welche zu klein sind, als daß sie an sich Eigen-

1 Sein System ist enthalten in mehrern Dissertationen, nämlich: *De viribus vivis* 1745; *de lumine* 1748; *de lege continuitatis* 1754; *de lege virium in natura existentium* 1755; *de divisibilitate materiae et principiis corporum* 1757; vollständig in *Philosophiae naturalis Theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium*. Auct. Pat. R. J. BOSCOVICH. Viennae 1759. 4.

2 BOSCOVICH unterscheidet p. 68. zwischen einem mathematischen und physischen Puncte. *Punctum mathematicum est, cuius nulla pars est; physicum punctum habet proprietates reales vis inertiae et virium illarum activarum, quae cogent duo puncta ad se invicem accedere, vel a se invicem recedere, unde fiet, ut, ubi satis accesserint*

schaften haben könnten, also bloße Träger der zwei ihnen eigenthümlichen Kräfte der Anziehung und Abstoßung, welche Sphären von ungleicher Ausdehnung um sie bilden und daher ihre Vereinigung zu den verschieden gestalteten Körpern bedingen. Diese Kräfte durchdringen sich auf mannigfaltige Weise, indem es gar nicht gegen die Grundsätze der Mechanik streitet, mehrere Kräfte an einem Orte vereint zu denken, die sich einander das Gleichgewicht halten oder überwinden. Wenn daher irgend ein Körper mit hinlänglicher Geschwindigkeit bewegt wird, oder ein hinlänglich großes mechanisches Moment hat, um die Repulsionskraft eines andern, in seiner Bahn befindlichen, zu überwinden, so wird er diesen ohne Schwierigkeit durchdringen. Daß diese Hypothese mit den Gesetzen der Mechanik in keinem Widerspruche stehe, vielmehr dieselben sehr consequent erkläre, zeigt BOSCOVICH umständlich und zugleich wendet er sie auch zur Erklärung verschiedener anderer Naturerscheinungen an. Ist z. B. die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers ausnehmend groß, so werden die Theilchen des durchdrungenen Körpers gar nicht in Bewegung kommen, ist sie aber etwas geringer, so werden sie in starke Bewegung versetzt, wovon eine Erhitzung bis zur Entzündung die Folge seyn kann; ist sie endlich sehr gering, so findet gar keine Durchdringung statt.

Es ist schon bemerkt worden, daß dieses System in Deutschland kaum Beachtung fand. Die Ursache hiervon scheint mir darin zu liegen, daß die kritische Philosophie zunächst sich auf dasjenige beschränkte, was durch LEIBNITZ und WOLF geschah, und man nach so vielen mißlungenen Versuchen kein vorzügliches Interesse mehr daran fand, die Speculationen über das eigentliche Wesen der Materie fortzusetzen, indem die Bemühungen vielmehr auf das Praktische gerichtet waren. Die Physik suchte hauptsächlich dasjenige weiter zu bearbeiten, was durch NEWTON gegründet worden war, wobei zugleich die Aufmerksamkeit vorzüglich durch die große Zahl der Versuche gefesselt wurde, wozu vorzugsweise NOLLET

ad organa nostrorum sensuum, possint in iis excitare motus, qui propagati ad cerebrum perceptiones ibi eliciant in anima, quo pacto sensibilia erunt, adeoque materialia et realia, non pure imaginaria.

Veranlassung gab. Bald nachher gelangte ausserdem DE LÜC zu grossem Ansehn und wurde neben den an Thatsachen reichen Classikern, HAWKSBEЕ, s'GRAVESANDE, MUSSCHENBROEK und DESAGÜLIERS, vorzugsweise studirt. Alle diese waren aber strenge Newtonianer, und namentlich kannte DE LÜC¹ die Theorie von BOSCOVICH anscheinend nicht aus seinen Schriften selbst, sondern nur durch PRIESTLEY, und führte zu deren Widerlegung an, dafs eine Kraft, die sich auf einen mathematischen Punct bezieht, Wirksamkeit ohne Substanz und also ein leerer Ausdruck sey. Man müsse den Wirkungskreisen doch auf jeden Fall Ausdehnung geben, und indem dann ein Wirkungskreis den andern verdränge und die einmal mitgetheilte Bewegung fortsetze, so komme man doch allezeit wieder auf undurchdringliche und träge Materie zurück. Endlich lasse sich die Art und Weise, wie durch Materie Eindrücke auf den denkenden Geist erzeugt würden, auf diese Weise nicht erklären, vielmehr könne es nicht blofs Substanzen, sondern müsse auch Eigenschaften der Materie geben, die nicht in die Sinne fielen, über die wir daher gar kein Urtheil hätten, vermittelt deren jedoch eine Einwirkung des Materiellen auf das Geistige statt finden könne. Diese letztere Auskunft ist übrigens sehr ungenügend und sagt eigentlich weiter nichts, als es möge wohl eine unbekannte Ursache geben, welche diese Wirkung hervorbringe. Dafs die Theorie BOSCOVICH's in Frankreich nur wenig bekannt wurde, unterliegt wohl keinem Zweifel, aber es ist sogar fraglich, ob man sie dort überall kannte, wenigstens wird sie in der *Encyclopédie méthodique*, in der Physik von BRISSON und in andern gröfsern Werken gar nicht erwähnt.

Desto gröfsern Beifall erhielt dieses System in England. Schon MICHELL soll nach PRIESTLEY's² Erzählung ein Anhänger desselben gewesen seyn oder eine diesem ähnliche Hypothese aufgestellt haben, aber PRIESTLEY³ selbst bekennt sich als Anhänger desselben. Nach ihm ist es unzulässig, die Materie für eine absolut harte, träge und Widerstand leistende Substanz anzusehn, vielmehr gehören attractive und repulsive

¹ Physische und moralische Briefe. Th. I. S. 88 ff.

² Geschichte der Optik. Ueb. durch KLÜGEL. S. 283.

³ Disquisitions relating to matter and spirit, Lond. 1778. 8.

Kräfte nothwendig zu ihrer Existenz und sie verschwindet in das Nichts, wenn man diese von ihr trennt. Es geht dabei aus seinen Ausdrücken nicht mit Gewifsheit hervor, ob diese Kräfte an physische Punkte gebunden oder blofs um einen Mittelpunkt vereinigt seyn sollten, indem bald von etwas Ausgedehntem, mit den sogenannten Kräften Begabtem die Rede ist, bald von diesen um einen Mittelpunkt vereinten Kräften allein, und da mit den letztern der Begriff der Empfindung und des Denkens nicht unvereinbar ist, so sollte selbst der Einfluß des Materiellen auf den Geist hierdurch erklärbar werden, was sonach entschiedener Materialismus ist.

Dieses System wurde jedoch mit Heftigkeit angegriffen durch PRICE¹. Nach diesem ist die Trägheit der Materie eine nothwendige Bedingung der Gesetze vom Stosse der Körper. Blofs solide Masse kann gegen andere Materie einen Impuls ausüben und die Behauptung, dafs ein materielles Theilchen auf ein anderes ohne Berührung einen Impuls ausübe oder anziehend und zurückstossend wirke, heifst eigentlich so viel, als es könne da wirken, wo es nicht ist. Soll die Materie also blofs durch anziehende und abstossende Kräfte gegeben werden, so wird sie ein Nichtseyendes, da eine Kraft nur an ein gegebenes Etwas gebunden seyn kann, und wenn daher diese Kraft selbst die Materie seyn soll, so ist die Materie eine Kraft von einem Nichts, was einen Widerspruch mit sich selbst herbeiführt. Zuweilen beruft PRICE sich hierbei auf die Autorität NEWTON's, und diese ist in England so grofs, dafs man schon hieraus auf die herrschende Ansicht der dortigen Physiker schliessen kann. THOMAS YOUNG² meint daher, die Speculationen von BOSCOVICH seyen zwar ganz sinnreich, allein zugleich auch blofs hypothetisch und in der Anwendung auf die Thatsachen allezeit mangelhaft. Auch HUTTON³ erwähnt seine Theorie blofs historisch, ohne ihr eine besondere Aufmerksamkeit oder Beifall zu schenken.

Ganz ausnehmend hoch wird die durch BOSCOVICH auf-

1 A free discussion of the doctrines of Materialism and philosophical necessity. 1778.

2 Lectures. T. I. p. 751.

3 Dictionary. T. II. Art. Matter.

gestellte Theorie von ROBISON¹ geschätzt, welcher eine weitläufige Uebersicht seines Hauptwerkes giebt, um die Kenntniss desselben den Engländern zu erleichtern und auf seinen reichen Inhalt mehr aufmerksam zu machen. Inzwischen bezieht sich dieses Urtheil zugleich auf die darin enthaltenen mechanischen Probleme, denn hinsichtlich der Hypothese über das Wesen der Materie gesteht ROBISON selbst zu, daß dieses zwar nicht zu absoluter Befriedigung erklärt werde, jedoch sey die Hypothese höchst scharfsinnig, und wenn jemals irgend eine befriedigende aufgefunden werden könne, so müsse sie dieser mindestens sehr ähnlich seyn. Auf jeden Fall giebt er ihr einen großen Vorzug vor einer ältern von GODWIN KNIGHT², welcher zwei Arten materieller Atome annimmt, wovon die eine Art einander anziehen, die andere Art abstoßen und die verschiedenen sich wahrscheinlich gleichfalls gegenseitig anziehen, ohne daß er jedoch hierüber etwas zu entscheiden wagt. Hiernach müssen also die attractiven Atome durch Anziehung sich zu Körpern vereinigen, welche mit repulsiven, zu einer Atmosphäre aufgehäuften, Atomen umgeben sind. Aus dieser Verbindung entstehen dann andere Arten von Körpern oder kleinen Körpertheilchen, welche entweder attractiv oder repulsiv sind, je nach der Verbindung der ursprünglichen zweierlei Elemente. KNIGHT macht von diesen hypothetischen Prämissen dann eine Anwendung auf die Erscheinungen der Natur und sucht diese insgesamt geometrisch zu construiren, ohne hierin jedoch die gerechten Forderungen zu befriedigen, abgesehen davon, daß die Prämissen ganz willkürlich angenommen sind.

9) Die eben erwähnte, nur wenig bekannte Hypothese hat viele Aehnlichkeit mit einer spätern, welche PEART³ auf-

1 A System of mechanical philosophy. Edinb. 1822. T. I. p. 267. Auch LESLIE in Ann. of Phil. T. XIV. p. 10. nennt diese Theorie eine sinnreiche und tief ausgedachte und meint, es sey bloß eine Folge der aus dem gemeinen Leben entnommenen oberflächlichen Ansichten, wenn manche Theile derselben paradox schienen.

2 Attempt to explain all the phenomena of nature by means of two principles cet. 1748.

3 On the elementary principles of nature and the simple laws, by which they are governed. By E. PEART. M. D. Gainsborough 1789. S. E. PEART's Versuch über die Urstoffe der Natur und ihre Gesetze. Von Kühn. Leipz. 1791. 8.

gestellt und den herrschenden Begriffen von den Eigenschaften des Phlogistons angepaßt hat. Hiernach giebt es zwei Arten von Materie, fixe und thätige. Der fixen ist bloß Anziehung und Undurchdringlichkeit eigen, die Theile der thätigen werden von dieser angezogen und haben die Eigenschaft, sich in geradlinige Strahlen zu ordnen, die von den fixen Theilchen, wie von einem Mittelpunkte aus, divergiren und Atmosphären um sie bilden. Die thätigen Theilchen sind wieder von doppelter Art, die durch die Namen *Aether* und *Phlogiston* unterschieden werden können; beide ziehen sich einander gleich stark an, wenn sie in gleichem Grade erregt werden. Ein fixes Theilchen mit einer Atmosphäre von Aether bildet einen erdigen Stoff, mit einer Atmosphäre von Phlogiston aber einen säurefähigen. Die Atmosphären gleichartiger Theilchen drücken auf einander, ungleichartige ziehen sich an und bringen dadurch ihre excitirenden Mittelpunkte in Berührung. Die Anziehung der beiden thätigen Materien unter einander bewirkt, daß ätherische Atmosphären von phlogistischen und diese von jenen umringt werden. Kommen solche zusammengesetzte Atmosphären verschiedener Art in Berührung, so vereinigen sich die äußern Theile so weit, daß die innern sich berühren und sättigen, worauf die Mittelpunkte feste Körper bilden, die äußern, von den gesättigten innern nicht mehr angezogenen Theile aber freie Flüssigkeiten, als Wärme und Licht. Je größer die Zahl der fixen Theilchen ist und somit die Menge der excitirenden, um so stärker wird die Anziehung und es entsteht Gravitation. GEHLER¹ bemerkt mit Recht, daß von einem solchen dualistischen Spiele leicht Anwendungen auf Säuren und Alkalien, $+E$ und $-E$, $+M$ und $-M$ u. s. w. möglich sind, die aber insgesamt einer ersten festen Grundlage ermangeln.

10) Eine ganz neue Periode, mindestens für Deutschland, beginnt mit dem berühmten Königsberger Philosophen IMMANUEL KANT. Wenn man von der Reform abstrahirt, welche die gesammte speculative Philosophie durch diesen scharfsinnigen Denker erhielt, wovon hierher nur hauptsächlich der Satz gehört, daß wir von den Gegenständen der Natur nicht anders als durch äußere Anschauung Begriffe erhalten können

1 Wörterb. a. A. Th. III. S. 630.

und dafs Raum und Zeit die nothwendigen Bedingungen unserer Vorstellung von Körpern sind, so stellte er in Beziehung auf die Materie den Satz auf, dafs zur Existenz derselben zwei einander entgegenwirkende Kräfte, *Dehnkraft* und *Ziehkraft*, erforderlich seyen¹. Die Anhänger KANT's haben diese Kräfte nachher *Grundkräfte* genannt, weil sie vor aller Erfahrung vorausgehn, das Wesen der Materie selbst ausmachen und ihrer Existenz nothwendig zum Grunde liegen. Dafs KANT blofs durch eigene Speculation auf die Annahme dieser zwei Kräfte geführt worden sey, wird zwar insgemein angenommen, ist aber keineswegs bestimmt erwiesen und bei der großen Belesenheit des berühmten Gelehrten selbst nicht einmal wahrscheinlich; indess gehört die Art der Darstellung ohne Widerrede ihm eigenthümlich zu, wenn auch die Hypothese dem Wesen nach schon früher aufgestellt worden war, wie aus dem Obigen zur Genüge erhellet.

Nach KANT gehört das Schema der Kategorien zur Vollständigkeit jedes metaphysischen Systems, und daher müssen alle Bestimmungen des allgemeinen Begriffs der Materie unter die vier Classen derselben, die der Gröfse, der Qualität, der Relation und der Modalität, gebracht werden. Die Grundbestimmung eines Gegenstandes der äufsern Sinne ist Bewegung (?), worauf daher alle Prädicate der Materie zurückgeführt werden, weswegen die Naturwissenschaft eine reine oder angewandte Bewegungslehre ist. Die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft sind daher unter 4 Hauptstücke zu bringen, nämlich *Phoronomie*, über die Bewegung an sich, *Dynamik*, welche die Bewegung als Qualität der Materie unter dem Namen einer ursprünglichen bewegenden Kraft betrachtet, *Mechanik*, worin die mit dieser Qualität begabte Materie in ihrer Relation gegen einander betrachtet wird, und endlich *Phänomenologie*, worin Bewegung und Ruhe blofs in Beziehung auf die Vorstellungsart untersucht werden. In Folge dieser Abtheilung werden 4 Definitionen der Materie aufgestellt, aus deren Gesammtheit also der Begriff ihres Wesens hervorgehn müfste, nämlich

- 1) Materie ist das Bewegliche im Raume,

¹ Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Dritte Aufl. Leipz. 1800. 8.

- 2) Materie ist das Bewegliche, sofern es einen Raum erfüllt,
- 3) Materie ist das Bewegliche, sofern es, als ein solches, bewegende Kraft hat,
- 4) Materie ist das Bewegliche, sofern es, als ein solches, ein Gegenstand der Erfahrung seyn kann.

Diese vier Sätze werden dann einzeln erläutert und bewiesen. In Beziehung auf den ersten wird bloß gezeigt, daß der Materie bei der Berücksichtigung ihrer Bewegung keine andere Eigenschaft als Beweglichkeit beigelegt werden könne. Am wichtigsten ist der zweite Satz. Zu dessen Erläuterung wird zuerst gesagt, daß einen Raum *erfüllen* so viel heißt, als allem Beweglichen widerstehn, was in denselben eindringen will. Die Erfüllung des Raumes ist jedoch nicht Folge der bloßen Existenz, sondern einer besondern bewegenden Kraft, oder genauer ausgedrückt erfüllt die Materie den Raum durch repulsive Kräfte aller ihrer Theile, d. i. durch eine ihr in einem bestimmten Grade eigenthümliche Ausdehnungskraft. Sie kann demnach ins Unendliche zusammengedrückt, aber niemals durchdrungen werden, ist ins Unendliche theilbar und zwar in Theile, deren jeder wiederum Materie ist. Die Möglichkeit derselben erfordert eine Anziehungskraft als zweite wesentliche Grundkraft, die aber nicht für sich allein, sondern nur in Verbindung mit der Zurückstosungskraft die Möglichkeit der Materie bedingt. Die aller Materie wesentliche Anziehung ist eine unmittelbare Wirkung derselben auf andere durch den leeren Raum und erstreckt sich im Welt-raume von jedem Theile derselben auf jeden andern unmittelbar ins Unendliche.

In dem Bisherigen, was zur Phoronomie und Dynamik gehört, ist das Wesen der Materie der Hauptsache nach ausgedrückt, denn KANT sagt selbst, daß darin zuerst das Reelle im Raume in der Erfüllung desselben durch *Zurückstosungskraft*, zweitens das, was in Ansehung des erstern, als des eigentlichen Objectes unserer äußern Wahrnehmung, *negativ* ist, nämlich die *Anziehungskraft*, durch welche, so viel an ihr ist, aller Raum würde durchdrungen, mithin das Solide gänzlich aufgehoben werden, drittens die *Einschränkung* der erstern Kraft durch die zweite und die daher rührende Be-

stimmung des *Grades* der *Erfüllung* des Raumes in Betrachtung gezogen, mithin die *Qualität* der Materie unter den Titeln der *Realität*, *Negation* und *Limitation*, so viel es einer metaphysischen Dynamik zukommt, vollständig abgehandelt worden ist. Was dann weiter zur Mechanik und Phoronomie gehörig gesagt wird, kommt im Ganzen auf bekannte mechanische Gesetze zurück, führt aber endlich auf die Frage von einem leeren Raume, wovon es heist, daß die Möglichkeit oder Unmöglichkeit desselben nicht auf metaphysischen Gründen, sondern dem schwer aufzuschließenden Naturgeheimnisse beruhe, auf welche Art die Materie ihrer eigenen ausdehnenden Kraft Schranken setze. Das ganze Werk schließt mit folgender merkwürdigen Aeußerung: „Und so endigt sich die metaphysische Körperlehre mit dem Leeren und eben darum Unbegreiflichen, worin sie einerlei Schicksal mit allen übrigen Versuchen der Vernunft hat, wenn sie im Zurückgehn zu Principien den ersten Gründen der Dinge nachstrebt, da, weil es ihre Natur so mit sich bringt, niemals etwas anders, als sofern es unter gegebenen Bedingungen bestimmt ist, zu begreifen, folglich sie weder beim Bedingten stehn bleiben, noch sich das Unbedingte fälschlich machen kann, ihr, wenn Wißbegierde sie auffordert, das absolute Ganze aller Bedingungen zu fassen, nichts übrig bleibt, als von den Gegenständen auf sich selbst zurückzukehren, um anstatt der letzten Grenze der Dinge die letzte Grenze ihres eigenen sich selbst überlassenen Vermögens zu erforschen und zu bestimmen.“ Es scheint mir in diesen Worten das offene Bekenntniß zu liegen, daß wir das Wesen der Dinge überall zu erforschen außer Stande sind.

11) Es war ohne Zweifel eine Folge der dreisten Bestimmtheit, womit die einzelnen Sätze aufgestellt wurden, der innigen Verkettung derselben unter einander und ihrer Verbindung mit bekannten Thatsachen, endlich aber der ursprünglichen Behauptung, daß die gewählte Methode streng mathematisch sey, die noch obendrein durch die äußere Form gerechtfertigt schien, daß das neue System so allgemeinen Beifall fand und mit ungewöhnlicher Bewunderung aufgenommen wurde, da es sich doch von dem durch Boscovich aufgestellten im Wesentlichen gar nicht unterscheidet. Ein Hauptgrund lag indeß in der Unbekanntschaft mit dem letztern; denn

ich finde nirgend, daß beide mit einander verglichen sind, wozu noch hauptsächlich der Umstand kommt, daß man sogleich den Namen einer dynamischen Naturlehre einführt und diese der anerkannt unhaltbaren ältern atomistischen entgegenstellt. Meinerseits habe ich dem Systeme nie Beifall schenken können und kann dieses auch jetzt noch nicht, fürchte jedoch die Leser zu ermüden, wenn ich hierüber ausführlich seyn wollte, beschränke mich daher nur auf einige gewichtige Einwürfe, um den Schein zu großen Selbstvertrauens beim Widerspruche gegen den gepriesensten Philosophen Deutschlands zu vermeiden¹.

Zuvörderst ist nach kantischen Principien und wenn man nicht geradezu Idealist seyn will, der Begriff der Materie nicht apriorisch, sondern entsteht durch Anschauung und alles über das Wesen und die Qualitäten der Materie zu Bestimmende muß daher von der durch Anschauung erkannten Materie entnommen und ihr wieder angepaßt werden. Haben wir diesen Begriff durch die Sinnesthätigkeiten erhalten, so fragt sich, was die Materie ihrem Wesen nach sey und welche allgemeine Qualitäten ihr nothwendig zukommen. Hier zeigt sich sogleich ein großer Uebelstand, daß KANT den Begriff der Materie nicht durch eine einfache und scharf begrenzte Definition feststellt, wenn anders eine solche möglich ist und wir nicht vom ersten Beginne an zugestehn müssen, daß wir das Wesen der Materie gar nicht kennen und bloß unsere Vorstellung von derselben zu bezeichnen vermögen. Ob die drei

¹ Ich gestehe offen, daß mir die ganze Theorie desto weniger gegründet scheint, je mehr ich sie studire. Gleich der erste Satz: die Materie ist das Bewegliche, steht ohne Beweis, denn er kann weder aus der Erfahrung gefolgert werden, da niemand alle Materie kennt, noch aus einem apriorischen Begriffe, den es überall nicht giebt. Ferner ist gar nicht gesagt, welches das erste ist, des Begriff des Beweglichen (Etwas) oder der Kraft. Ist aber die Materie schon als das Bewegliche erkannt, wozu bedarf es noch der Kräfte zu ihrer Existenz? Inzwischen wollte ich auf alles dieses, was zunächst in das Gebiet der speculativen Philosophie gehört, eben wie auf die Feststellung des Begriffes von Kraft, und ob es eine solche ohne materielles Substrat geben könne (vergl. SCHULZE psychische Anthropologie. Gött. 1826. S. 199.), gar nicht eingehn, sondern zunächst nur zeigen, daß die Demonstration, namentlich in Beziehung ihrer mathematischen Form, Widersprüche mit sich selbst einschließt.

Limitirungen des Begriffes der Materie, wie KANT sie giebt, zum Wesen derselben nothwendig sind, lasse ich dahin gestellt seyn, obgleich es keinem Zweifel unterliegt, daß es namentlich in Beziehung auf Nr. 4 gewiß materielle Himmelskörper giebt, die weder an sich, noch rücksichtlich ihrer überall problematischen Bewegung oder Beweglichkeit Gegenstand der (menschlichen) Erfahrung seyn können, allein die von KANT angenommene wesentliche Bestimmung derselben ist auf jeden Fall Beweglichkeit; denn es heißt: *Materie ist das Bewegliche im Raume*. Nun heißt es aber ferner: *der Raum, der selbst beweglich ist, heißt der materielle u. s. w.*, mithin, da man doch unmöglich behaupten kann, die Materie sey nicht materiell, giebt es einen materiellen Raum und eine materielle Materie, beide sind entweder gleich oder nicht; im ersten Falle können sie für einander geometrisch (da die ganze Demonstration geometrisch seyn soll) gesetzt werden und die Materie ist also das Bewegliche in einem materiellen Etwas (wenn ich nicht sagen will, in der Materie), im zweiten giebt es etwas materielles, was doch nicht Materie ist und etwas materielles, was Materie ist. Man wird hiergegen einwenden, der Raum sey zwar beweglich und habe also diese Eigenschaft mit der Materie gemein, sey aber deswegen nicht Materie, weil ihm nach den unter 2 und 3 gegebenen Bestimmungen die Raumerfüllung und bewegende Kraft fehle; allein will man sich nicht in sophistische Argumentationen verlieren, so muß man es aufgeben, den Raum materiell zu nennen; dann aber fällt die angegebene Hauptbestimmung der Materie, nämlich Beweglichkeit, weg; vielmehr wird Raumerfüllung, also Ausdehnung und Undurchdringlichkeit, wesentlicher Charakter dessen, was wir nach unserer Vorstellung Materie nennen.

Nach KANT soll die Materie den Raum nicht durch ihre bloße Existenz erfüllen, sondern durch zwei entgegenwirkende Kräfte, die *Drehkraft* und *Ziehkraft*. Dieser Satz vom Conflict zweier Grundkräfte oder solcher, welche das Wesen der Materie selbst ausmachen (was sonach nicht in der Beweglichkeit liegen könnte), hat von jeher die meiste Aufmerksamkeit erregt. Der Beweis desselben wird auf folgende Weise geführt. Nach der gegebenen Erklärung, daß einen Raum erfüllen heiße, allem Beweglichen widerstehn, folgt der erste

Lehrsatz, daß die Materie den Raum nicht durch ihre bloße Existenz, sondern durch eine (?) besondere bewegende Kraft erfülle und nach eingeschobener Erklärung, was Anziehungs- und Zurückstosungskraft sey, wird der zweite Lehrsatz hinzugefügt, daß die Materie ihre Räume durch repulsive Kräfte aller ihrer Theile erfüllet, d. h. durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft, die einen bestimmten Grad hat, über welchen kleinere oder größere ins Unendliche können gedacht werden. An eine weitere Erklärung, daß eine Materie die andere durchdringt, wenn sie durch Zusammendrückung den Raum ihrer Ausdehnung völlig aufhebt, schließt sich dann der letzte hierher gehörige Lehrsatz, nämlich: „die Materie kann ins Unendliche zusammengedrückt, aber niemals von einer Materie, wie groß auch die drückende Kraft derselben sey, durchdrungen werden.“

Weil in dieser Demonstration so oft der Ausdruck *unendlich* und *bis ins Unendliche* vorkommt, welcher bei der ihn begleitenden Unbestimmtheit in den spätern naturphilosophischen Systemen eine so wichtige Rolle spielt, so habe ich mich schon früher¹ hiergegen erklärt und zu zeigen gesucht, daß in dem Beweise für diesen aufgestellten Satz ein Widerspruch enthalten sey. Es heist nämlich: „Nun kann für gegebene ausdehnende Kraft der Materie eine größere zusammendrückende gefunden werden, die diese in einen engeren Raum zwingt und so *ins Unendliche*; zum Durchdringen der Materie aber würde eine Zusammentreibung derselben in einen unendlich kleinen Raum, mithin eine *unendlich zusammengedrückende Kraft* erfordert, welche unmöglich ist.“ Nach meiner Ansicht sollte eine *ins Unendliche wachsende Kraft* mit einer *unendlichen* einerlei seyn, allein einige Physiker haben sich hiergegen erklärt, und ich gebe zu, daß die gebrauchten Ausdrücke allerdings einen Unterschied unter ihnen anzunehmen gestatten, der Sache selbst aber, in geometrischer Strenge genommen, stelle ich folgendes Dilemma entgegen: die *ins Unendliche wachsende Kraft* kann entweder wirklich unendlich werden oder nicht; im erstern Falle ist der gerügte Widerspruch wirklich vorhanden, im zweiten aber bleibt die Kraft, wie der Raum, stets endlich und die ganze

1 Anfangsgründe der Naturlehre. Heidelb. 1819.

Demonstration zerfällt in sich durch Unbestimmtheit der Ausdrücke, indem ganz ohne Beweis hingestellt worden ist, daß für jede ausdehnende Kraft der Materie eine größere zusammendrückende gefunden werden könne und man daher auf gleiche Weise befugt ist anzunehmen, daß für jede zusammendrückende Kraft eine größere ausdehnende gefunden werden könne und so ins Unendliche, was dann nothwendig zu einem sophistischen Spiele mit Worten führt, die schlechthin kein bestimmtes Resultat geben.

Ohne hierüber ausführlich zu seyn und in die Erörterung des Begriffes vom Unendlichen weiter einzugehn, da das Unendliche nicht meßbar, ebenso wenig auch vorstellbar ist, von dem sich also nichts prädiciren läßt, und welches daher von allen realen Bestimmungen des Materiellen, sofern dieses vorgestellt und etwas darüber bestimmt werden soll, gänzlich ausgeschlossen bleiben muß, mag die Wichtigkeit der Sache noch folgende Betrachtung entschuldigen. Ein Hauptsatz des kantischen Systems und um so viel mehr der nachherigen dynamischen Naturlehre ist, daß die Materie ihren Raum nur durch den Conflict der bei den entgegenwirkenden Kräfte, Dehnkraft und Ziehkraft, erfüllen kann; aber es fragt sich, ob und wie dieser Satz bewiesen ist. KANT (S. 26. sein. Schr.) führt eine Art von Beweis dadurch, daß er dem aufgestellten Begriffe, wonach die Materie das *Bewegliche* im Raume ist, zugleich den Begriff des *Bewegten* unterschiebt, wonach also in den durch gegebene Materie erfüllten Raum andere bewegte eindringen will, aber diese Annahme eines solchen steten Bestrebens nach Eindringen in einen gegebenen Raum durch vorhandene Bewegung ist ohne allen Grund, da es doch ruhende Materie geben kann. Um zu dem Beweise zu gelangen, wird vorher der Unterschied zwischen dem *Einnehmen* eines Raumes und dem *Erfüllen* desselben festgesetzt, worüber es wörtlich heist: „einen Raum einnehmen, d. i. in allen Punkten „desselben unmittelbar gegenwärtig seyn..... wie man von „jeder geometrischen Figur sagen kann, sie nimmt einen „Raum ein.“ Daß man aber von einer geometrischen Figur, welche auf jeden Fall nur die Grenzen des durch sie bezeichneten Raumes angiebt, sagen könne, sie sey in allen Punkten desselben unmittelbar vorhanden, dieses scheint mir mit streng geometrischen Begriffen gänzlich unvereinbar. Da die Vor-

stellung von der Materie durch Anschauung gegeben ist, so können ihre wesentlichen Bestimmungen oder Qualitäten nicht aus einem bloßen abstracten Begriffe entnommen werden, vielmehr beruht die Annahme der beiden Grundkräfte entweder auf unzweifelhafter Erfahrung, oder auf dem Beweise, daß ohne sie keine Vorstellung von der Materie möglich sey. Ueber das Erstere soll nachher geredet werden, der letztere Beweis jedoch ist deswegen unstatthaft, weil Materie Jahrtausende lang vorgestellt ist und noch vorgestellt wird, ohne die Annahme dieser Kräfte. KANT hat zur Erläuterung seiner Sätze, und man darf wohl sagen als Stütze seines Beweises, durch einen Schluß *a particulari ad universale* die Luft gewählt¹, es wird daher erlaubt seyn, auf gleiche Weise einen andern Körper zu wählen. Es sey dieses die Sonne oder der Mond, unleugbar Körper, materiell, ausgedehnt und im Raume befindlich. Wo ist der Körper, welcher in den erfüllten Raum eindringen will, ja selbst, wenn wir uns einen der Himmelskörper als völlig ruhend vorstellen, was doch keineswegs unmöglich ist, worauf beruht dann die Annahme einer Ziehkraft, welche in Verbindung mit der Dehnkraft unsere Vorstellung von ihrer Existenz nothwendig bedingen soll?

12) Verschiedene Gelehrte haben Einwürfe gegen die von KANT aufgestellte Hypothese gemacht, von denen ich nur einige der wichtigsten nennen will. JOH. TOB. MAYER² nahm die Sache ganz einfach, und behauptete, daß, wenn Materie den Raum, den sie wirklich einnimmt, vollkommen, d. h. mit Stetigkeit, erfüllt, es eine absolute Unmöglichkeit sey, ihn noch vollkommener zu erfüllen, und daß daher selbst eine unendliche Kraft nicht vermögend seyn würde, mehr Materie in diesen Raum hinein zu bringen oder den Raum, den sie wirklich erfüllt, zu verringern, wonach also die Materie außer ihrer Existenz keiner besondern Kraft bedürfe, um dasjenige abzuhalten, was in diesen Raum eindringen will. Dieser Satz

¹ MOLLWEIDE in Gehlen's Journ. 1806. T. I. p. 658. sagt sehr richtig: man muß sich hüten, die repellirende Grundkraft nicht mit der Elasticität der Luft zu verwechseln, diese kennen wir bloß aus Erfahrung. Indefs scheint KANT selbst durch diese Verwechslung getäuscht zu seyn, oder er suchte andere dadurch zu täuschen.

² Gren's Journ. d. Phys. VII. p. 212.

ist offenbar richtig, insofern durch das Gesetzseyn der Materie im Raume ihr gleichzeitiges Nichtseyn in demselben als logisch widersprechend aufgehoben wird; allein die Anhänger KANT's stellen diesem entgegen, daß das Seyn im Raume noch nicht das Erfüllen desselben bedingt, weil der Definition nach *Erfüllen* so viel heisst, als allem Beweglichen widerstehn. Es fragt sich jedoch, ob Satz und Definition richtig sind, welche unleugbar in ihrem Verfolg zu Absurditäten führen. Trennt man nämlich einen gegebenen Körper durch eine geometrische Fläche in zwei Hälften, so ist jede Hälfte Materie im Raume; beide müssen als ruhend gedacht werden können, da ruhende Körper denkbar und existirend sind; dann aber will jede Hälfte in den Raum des andern eindringen und als ruhend auch nicht eindringen, jede wehrt die andere mit einer Kraft ab, welche die Kraft des Eindringens der andern hindert, die aber bei beiden als ruhend gedacht, nicht vorhanden ist u. s. w. Eine im Wesentlichen dieser letztern gleiche Argumentation stellte GILBERT¹ dem dynamischen Systeme entgegen, wogegen aber F. C. FISCHER² erinnert, daß die Sache mechanisch genommen sey, statt dynamisch; allein es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß dasjenige, was über das Wesen der Materie an sich behauptet wird, allgemein gültig seyn muß, man mag es dynamisch oder mechanisch nehmen. Eine ausführliche, größtentheils auf geometrische Demonstration gegründete Widerlegung der Pheronomie und Dynamik, welche KANT in seinen metaphysischen Anfangsgründen gegeben hat, nebst Bemerkungen gegen manche einzelne Sätze in denselben hat F. G. v. BUSSE³ bekannt gemacht; inzwischen erregten seine wohlbegründeten Argumente weit weniger Aufmerksamkeit, als früher gewiß der Fall gewesen wäre, weil die lebhafteste Vorliebe für das ganze System bereits erkaltet war. Auf dem Wege bloß philosophischer Argumentation zeigte dagegen schon früher ein Unbekannter⁴, daß weder durch KANT noch durch FRIES der Begriff der Kraft gehörig

1 Hall. Allg. Lit. Zeit. 1807. S. 754.

2 Physikalisches Wörterbuch Th. IX. S. 339.

3 Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft von Immanuel Kant in ihren Gründen widerlegt von Fr. Gottl. v. Busse. Dresden u. Leipz. 1823.

4 Leipz. Lit. Zeit. 1825. S. 2152.

bestimmt und nicht gezeigt sey, in welchem causalen und nothwendigen Verhältnisse Kraft zur Materie, zum Soliden stehe. Es sey in der aufgestellten Theorie nicht bestimmt, ob man genug gethan habe, sie als eine Zugabe zum Soliden logisch zu verbinden, ohne ihr nothwendiges inneres Band nachzuweisen, vielmehr liege eine falsche Causalitätslehre zum Grunde, indem unbewiesen aufgestellt sey, die Dehnkraft existire einmal und wehre Eindringendes ab, sie sey eigentlich eine ruhende Repulsion, die auf einen eindringenden Körper laure, um ihn zurückzuhalten. War aber diese einmal angenommen, so mußte des Gleichgewichts wegen auch Attraction angenommen werden.

13) KANT's philosophisches System fand so übermäßigen Beifall, daß seine Zeitgenossen eine Prüfung des Einzelnen für überflüssig hielten und vielmehr das Ganze als höchst vollendet betrachteten. Der von ihm aufgestellte Begriff der Materie blieb in den Grenzen der Speculation, es liefs sich auf keine Weise darthun, daß die beiden hypothetisch angenommenen Kräfte der Materie nicht zukommen, und da die alte Atomistik unlängst als unhaltbar aufgegeben war, so liefsen es sich auch unter den Physikern die Anhänger NEWTON's gefallen, daß man der sogenannten dynamischen Naturlehre den Vorzug gab. Es ist daher nicht leicht, die vorzüglichsten unter denen namhaft zu machen, welche sich zu dem neuen Systeme in seiner ursprünglichen Reinheit bekannten, doch glaube ich, daß J. C. FISCHER¹ und J. F. FRIES² als solche zu nennen sind. Inzwischen schoben die meisten dem gezeigten Philosophen etwas ganz anderes unter, als er wirklich gesagt hatte. Anstatt nämlich bei dem ursprünglichen Satze, *die Materie, als solche, erfordere zu ihrer Existenz nothwendig die beiden genannten Kräfte*, stehn zu bleiben, liefsen sie alles Materielle aus denselben in der Art bestehn, daß sie sogar die Verschiedenheit der Materie auf einen quantitativen Unterschied der Verbindungen beider zurückführten.

1 Physikalisches Wörterbuch u. s. w. Art. *Grundkräfte* und *Materie*.

2 Entwurf des Systems der theoretischen Physik. Heidelb. 1813
Die mathematische Naturphilosophie nach philosophischer Methode bearbeitet. Heidelb. 1822.

Hiernach ist dann das Licht die absolute oder reine, mit keiner Ziehkraft gemischte Dehnkraft, und so geht es bis zur wägbaren Materie oder der ihr zukommenden Attraction als der absoluten Ziehkraft herab, indem alles zwischen beiden Liegende blofs durch einen gröfsern oder geringern Antheil der einen beider Kräfte unterschieden ist. Diese Hypothese ist an sich ganz unbegründet und streitet auferdem gegen jede auf Erfahrung gegründete Vorstellung. Hiernach wären nämlich z. B. Gold und Silber blofs durch ein ungleiches quantitatives Verhältnifs beider Kräfte verschieden, die sich daher um so mehr beim Zusammenschmelzen oder bei der Auflösung beider zu einem neuen Dritten ausgleichen müßten, als die aus der Hypothese gleichfalls nothwendig folgende unendliche Theilbarkeit der Materie in den Mischungen kein Nebeneinanderliegen der kleinsten Theile gemischter Körper gestattet. Wenn aber der Chemiker aus solchen Mischungen oder Auflösungen die ursprünglichen Bestandtheile nach ihrem anfänglichen quantitativen Verhältnisse wieder darzustellen vermag, ohne dafs von dem einen oder dem andern mehr, als ursprünglich vorhanden war, zum Vorschein kommt, so muß das eben Angenommene wieder aufgehoben und zugestanden werden, dafs beide Grundkräfte uranfänglich für immer untrennbar zur Bildung der verschiedenen Körper vereint sind, deren endlich kleinste Theile in jeder Mischung neben einander bestehn, ohne in ihren Fundamentelementen vereinigt zu werden. Hierdurch wird aber die Existenz der Atome zugestanden, und die ganze Hypothese wird zu einer für die Naturlehre nutzlosen metaphysischen Speculation, weswegen denn auch ihr lebhaftester Vertheidiger, F. HILDEBRANDT¹, seiner dynamischen Naturlehre am Ende die merkwürdige Aeußerung hinzufügt: „wenn wir es nicht ganz aufgeben wollen, „die Verschiedenheit der Materie zu erklären, so können wir „kaum vermeiden, uns in die Atomistik zu verirren.“

Die kantische Hypothese war zu schwach begründet, als dafs sie sich aller anfänglichen Lobpreisungen ungeachtet lange

¹ Anfangsgründe der dynamischen Naturlehre. Erlangen 1807. II Voll. 8. Es ist ganz unbegreiflich, wie HILDEBRANDT ein so beharrlicher Vertheidiger dieser Theorie bleiben konnte, deren Unvereinbarkeit mit der Erfahrung er selbst ausführlich nachwies. Gehlen N. J. 1805. Th. V. S. 605.

halten konnte, allein es war damit die Bahn gebrochen, das Objective aufser uns aus geometrisch geformten metaphysischen Schlüssen abzuleiten, ohne die nothwendige Frage hinlänglich zu erörtern, ob und wie weit von mit sich selbst übereinstimmenden Begriffen auf objective Realität des Gegebenen geschlossen werden könne. Es lag hierbei zu nahe, um übersehen zu werden, daß jede Perception und Apperception des aufser uns Gegebenen, zuvor die Existenz und Thätigkeit des hierbei thätigen Geistes voraussetze, mithin über die Materie und die nach KANT sie bedingenden Kräfte nicht eher etwas ausgemacht werden könne, bis zuvor jene Existenz und Thätigkeit nach ihrem eigentlichen Wesen festgesetzt sey. Wollen wir nun aufrichtig im Bekenntniß unserer Schwäche seyn, die nothwendigen Grenzen unsers endlichen Verstandes nicht überschreiten und offen gestehn, daß die Seele weder sich selbst noch auch die Materie dem eigentlichen Wesen nach zu erkennen vermöge, so werden zwar, wie alles ernste Nachdenken, so auch die Bemühungen, beides so viel wie möglich zu erforschen, allezeit sowohl subjectiv als auch objectiv nützlich seyn; allein wir werden auch bald zu der Ueberzeugung gelangen, daß wir dabei von dem bekannten Gegebenen zu dem unbekannten Gesuchten fortschreiten, dagegen es ein für allemal aufgeben müssen, ein höchstes, durch sich selbst feststehendes Princip *a priori* aufzufinden, aus welchem sich alle Erkenntniß ableiten läßt, was im Grunde nur heist, den Stein der Weisen zu suchen. Hatte indels KANT¹ durch die große

1 KANT stellt in seinen metaphys. Anfangsgr. als ersten Satz auf: *Materie ist das Bewegliche im Raume*. Dieser als das Fundament aller folgenden mußte doch nothwendig bewiesen werden. Dagegen aber heist es bloß, daß Beweglichkeit eines Gegenstandes im Raume *a priori* und ohne Belehrung durch Erfahrung nicht erkannt werden könne. Dieser Begriff, als empirisch, könne daher nur in einer Naturwissenschaft, als angewandter Metaphysik, welche sich mit einem durch Erfahrung gegebenen Begriffe, obwohl nach Principien *a priori*, beschäftige, Platz finden. Wenn aber in den Naturwissenschaften die nämlichen logischen Regeln, als in andern Wissenschaften, gültig sind, die Erfahrung aber alle Materie zu erkennen uns nicht gestattet, so frage ich, wie man von der erkannten, dem *particulari*, auf das Ganze, das *universale*, zu schließsen berechtigt sey? Am auffallendsten aber ist es, wenn stets von mathematischer Beweisart geredet wird, die gerade die strengste von allen ist. Die

Dreistigkeit und Bestimmtheit bei Aufstellung seiner Sätze die Ueberzeugung von ihrer Unumstößlichkeit zu erringen gewußt, und dadurch so großes Aufsehn erregt, so suchten die spätern Philosophen durch eben dieses Mittel noch mehr zu imponiren, und um nicht aus ihren eigenen Worten widerlegt zu werden, wählten sie möglichst allgemeine und unbestimmte Ausdrücke, mit dem Zusatze, daß die Worte in ihrer Philosophie eine von der gewöhnlichen abweichende Bedeutung hätten, die man aus dem Systeme selbst erst kennen lernen müsse. Durch diesen schlaun Kunstgriff ist allerdings das Mittel gegeben, das aller absurdeste System unwiderleglich zu machen, weil allezeit das Argument zu Gebote steht, die Ausdrücke seyen unrecht verstanden.

14) FICHTE¹ darf in Beziehung auf den Begriff der Materie nur beiläufig erwähnt werden. Er umging die Aufstellung eines ersten Fundamentalsatzes aller Speculation dadurch, daß er annahm, das Denkende, als das *Ich*, existire dadurch, daß es sich selbst setze, und producire dann alles außer ihm Befindliche als *nicht Ich* durch den Gegensatz; offenbar nichts anders, als ein absoluter Idealismus. Weil aber letzterer schon seit den ältesten Zeiten her sein Ansehn verloren hatte, so fand SCHELLING es nicht gerathen, ihn so nackt wieder ins Publicum einzuführen, vielmehr suchte er ihm durch Beimischung von etwas Positivem einige Realität zu geben, kleidete ihn hernach in eine dicke Hülle unverständlicher Worte, von denen im voraus behauptet wurde, daß durch ihre Entfaltung iefe Weisheit zum Vorschein kommen werde, und wußte dann, von diesem dunkeln Gebilde ausgehend, mit hoher dialektischer und rhetorischer Kunst, auch unverkennbar ausgezeichnetem Scharfsinne, seiner Demonstration so viele wahre Sätze, scheinbar als nothwendige Folgerung, einzuflechten, daß ein großer Theil des Publicums das Ganze als ein streng wissenschaftliches System aufnahm. Insbesondere muß dem unbefangenen Forscher ein Kunstgriff auffallen, welchen ich am

indirecte Demonstration des statischen Moments des Hebels ist für jeden Menschen satksam überzeugend, und die Theorie der Parallellinien unterliegt keinem vernünftigen Zweifel, aber dennoch gelten die Beweise beider nicht für mathematisch genügend.

1 Wissenschaftslehre. 1802.

liebstem durch den Ausdruck einer literarischen Taschenspiellerei bezeichnen möchte. Die ganze Demonstration der Grundprincipien in einer solchen Naturphilosophie ist nämlich mit mathematisch klingenden Floskeln durchwebt, die zwar für den Geometer keinen Sinn haben, allein da diesem die philosophisch klingenden Worte unverständlich sind, der Philosoph dagegen sich nicht allezeit getrauet, streng geometrische Formeln zu beurtheilen, so wagten beide nicht zu widersprechen, aus Furcht, daß ihr Urtheil nicht genug begründet seyn könne. Zum Beweise führe ich das an, was über das Wesen der Materie gesagt ist¹. §. 38. „Jedes einzelne Seyn ist als „solches eine bestimmte Form des Seyns der absoluten Identität, nicht aber ihr Seyn selbst, welches nur in der Totalität ist. §. 41. Jedes Einzelne ist in Bezug auf sich selbst „eine Totalität. §. 51. Die erste relative Totalität ist die „Materie. Beweis:

1 Ich entlehne dieses aus SCHELLING's eigener Darstellung seines Systems der Philosophie, in Zeitschrift für speculative Physik herausgegeben von SCHELLING. 2ten Bdes 2tes Ht. S. 1 ff. In einer frühern Schrift desselben Verfassers, nämlich: Ideen zu einer Philosophie der Natur. Leipz. 1797. herrscht ein durchaus verschiedener Geist, aber eine bestimmte Erklärung über das Wesen der Materie findet sich darin nicht. Nur ungern habe ich dieses System berührt, da ich einmal nach Ueberzeugung nicht anders darüber urtheilen kann, als hier geschehn ist; indels bei dem Aufsehen, welches dasselbe seiner Zeit gemacht hat, glaubte ich es hier der Vollständigkeit wegen nicht mit Stillschweigen übergehn zu dürfen. Um jedoch dem so leicht möglichen Einwurfe zu begegnen, als ob diese angeführten Sätze eines vielseitig gefeierten Philosophen durch das Herausreißen derselben aus dem Zusammenhange entstellt seyen, theile ich die beiden ersten Sätze, also den Anfang des Systems, gleichfalls mit: §. 1. „Ich nenne Vernunft die absolute Vernunft, oder die Vernunft, insofern sie als totale Indifferenz des Subjectiven und Objectiven gedacht wird. §. 2. Aufser der Vernunft ist nichts und in ihr ist alles. „Anm. Es giebt keine Philosophie, als vom Standpunct des Absoluten, „darüber wird bei dieser ganzen Darstellung gar kein Zweifel stattirt: die Vernunft ist das Absolute, sobald sie gedacht wird, wie „wir es (§. 1.) bestimmt haben.“ — In dasjenige, was in einer andern Schrift SCHELLING's, nämlich: Ueber das Verhältniß des Realen und Idealn in der Natur u. s. w. Landshut 1807. über die Materie gesagt ist, kann ich gleichfalls keinen Sinn bringen, und so ist es mir auch unmöglich, das eigentlich Wesentliche hier kurz zusammenzustellen, so sehr ich dieses der Vollständigkeit wegen wünschte.

„ $A = B$ ist weder als relative Identität noch als relative „Duplicität etwas Reelles. — Als Identität kann $A = B$ im „Einzelnen wie im Ganzen nur durch die Linie (§. 46.) ausgedrückt werden. Aber in jener Linie ist A durchgängig als „seyend gesetzt. Also setzt diese Linie durchgängig $A = B$ „als relative Totalität voraus; die relative Totalität ist also „das erste Vorausgesetzte, und wenn die relative Identität ist, „so ist sie nur durch jene“ u. s. w. Als Probe der geometrischen Construction diene die erwähnte Linie und eine andere, wodurch der Sinn des Wortes Totalität deutlich werden soll. Es heist zu §. 46: „Die Form des Seyns der absoluten Identität kann daher allgemein unter das Bild einer „Linie gebracht werden,

$$\begin{array}{ccc} + & & + \\ A = B & & A = B \\ \hline A = A \end{array}$$

„worin nach jeder Richtung dasselbe Identische, aber nach „entgegengesetzten Richtungen mit überwiegendem A oder B „gesetzt ist, in den Gleichgewichtspunct aber das $A = A$ „fällt.“ Ferner:

$$\begin{array}{c} A = B \\ \text{(relative Identität).} \end{array}$$

$$\begin{array}{cc} A & B \\ \text{(relative Duplicität).} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} A = B \\ \text{(relative Totalität).} \end{array}$$

„In diesem Schema ist relative Identität von relativer Totalität unterschieden. Dagegen ist die absolute Identität auch „absolute Totalität, denn in derselben ist A und B gar nicht „als verschieden, mithin auch nicht als ideell oder reell gesetzt.“

15) Unter den Naturphilosophen, oder denen, welche die Gesetze der Natur wissenschaftlich aufzufinden und zu begründen versuchten, folgt HEGEL als Stifter einer Schule unmittelbar auf SCHELLING, und weil die von diesem gewählte Methode des Philosophirens so vielen Beifall gefunden hatte, so war es natürlich, daß jener die nämliche Bahn betrat. HEGEL gelangt zum Begriff der Materie durch vorausgehende

Bestimmung des Raumes und der Zeit nach seinen eigenen Worten auf folgende Weise¹: „Die erste oder unmittelbare Bestimmung der Natur ist die abstracte Allgemeinheit ihres Aufersichseyns, — die vermittlungslose Gleichgültigkeit desselben, der Raum. Er ist das ganz ideelle Nebeneinander, weil er das Aufersichseyn ist, und schlechthin continuirlich, weil dieß Aufser einander noch ganz abstract ist und keinen bestimmten Unterschied in sich hat. — Die Negativität, die sich als Punct auf den Raum bezieht und in ihm ihre Bestimmungen als Linie und Fläche entwickelt, ist in der Sphäre des Aufersichseyns ebensowohl für sich, und als gleichgültig gegen das ruhige Nebeneinander erscheinend. So für sich gesetzt ist sie die Zeit. Die Zeit, als die negative Einheit des Aufersichseyns, ist gleichfalls ein schlechthin Abstractes, Ideelles. — Sie ist das Seyn, das, indem es ist, nicht ist, und indem es nicht ist, ist; das, aber angeschaute, Werden, d. i. dafs die zwar schlechthin momentanen, d. i. unmittelbar sich aufhebenden Unterschiede als Aeußerliche, d. i. jedoch sich selbst äußerliche, bestimmt sind. — Das Vergehen und Sich-wiedererzeugen des Raumes in Zeit und der Zeit im Raum, dafs die Zeit sich räumlich als Ort, aber diese gleichgültige Räumlichkeit ebenso unmittelbar zeitlich gesetzt wird, — ist die Bewegung; — ein Werden, das aber selbst ebenso sehr unmittelbar identische daseyende Einheit beider, die Materie, ist. — Die Materie hält sich gegen ihre Identität mit sich, durch das Moment ihrer Negativität, Verschiedenheit oder abstracten Vereinzelung, auseinander; sie enthält Repulsion. Ebenso wesentlich ist, weil diese Verschiedenen ein und dasselbe

1 Encyclopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. Von G. W. F. Hegel. 2te Aufl. Heidelb. 1827. S. 225 ff. Um dem Vorwurfe der Entstellung zu entgehn, theile ich auch bei diesem Systeme die eigenen Worte mit, enthalte mich jedoch jeder Kritik, weil es dem mathematisch bestimmt denkenden und redenden Physiker für immer unmöglich seyn wird, das Aufersichseyn eines Objectes überhaupt nur zu begreifen. Was OKEN in seinem jüngst erschienenen Handbuche der Naturphilosophie S. 34. über Materie sagt, ist im gleichen Sinne geschrieben. Da es aber eben so unverständlich ist und noch keine Autorität erlangt hat, so glaube ich es ganz mit Stillschweigen übergehn zu dürfen.

„sind, die negative Einheit dieses aufeinander-seyenden „Fürsichseyns; die Materie ist somit continuirlich und enthält „Attraction.“

Es wird künftig in der Geschichte der physikalischen Wissenschaften als eine höchst auffallende Erscheinung bemerkt werden, daß gleichzeitig mit dem Idealismus der deutschen Naturphilosophen die strengste Atomistik in HAUY's Krystallogie und RICHTER's Stöchiometrie aufkamen, aber es wird dabei auch nicht unbeachtet bleiben, daß die letztere eine unglaubliche Erweiterung der Wissenschaften herbeiführten, während die erstere wo nicht hindernd wirkte, doch auf jeden Fall ganz unfruchtbar blieb. Man muß jedoch nicht glauben, daß die deutschen Physiker insgesamt Anhänger der naturphilosophischen Speculationen wurden, vielmehr blieben alle bedeutende unter ihnen, z. B. LICHTENBERG, J. T. MAYER, L. W. GILBERT, TRALLES, v. BOHNENBERGER, E. G. FISCHER, G. G. SCHMIDT, G. F. PARROT, MOLLWEIDE u. a. den Ansichten NEWTON's getreu, und hierdurch in Uebereinstimmung mit den Ausländern, wenn gleich die meisten, um Anfeindungen zu vermeiden, sich nicht gegen die sogenannte dynamische Ansicht zu erklären wagten.

16) Wenn man alles dasjenige zusammennimmt, was meistens in einzelnen Bemerkungen von den Physikern des jetzigen Jahrhunderts über die Materie angenommen wird, so ist dieses ungefähr Folgendes. Man ist zuvörderst darüber allgemein einverstanden, daß wir die Materie an sich und ihrem Wesen nach, gar nicht zu erkennen vermögen. Wir erhalten nämlich den Begriff des Materiellen nur durch Anschauung, weil *a priori* nichts gegeben ist, woraus derselbe abgeleitet werden könnte, und die wirkliche, später nicht mehr zu beseitigende Anschauung bei jedem Menschen den nachherigen metaphysischen Speculationen ebenso unwillkürlich als nothwendig vorausgeht. Die von uns erkannte Materie wird aber größtentheils in der Form der verschiedenen Körper wahrgenommen, und zeigt sich dabei nicht bloß mit verschiedenen, sondern auch so vielfach wechselnden Qualitäten, daß wir die ihr wesentlich zukommenden nicht sofort zu bestimmen vermögen. Fangen wir demnächst an, die Körper zu zerlegen, um das Zufällige abzuschneiden und das wesentlich Bleibende zu erforschen, so werden die Theile so klein, daß

sie unserer Wahrnehmung entschwinden, wodurch dann jede weitere Untersuchung unmöglich wird. Insofern aber die Materie als bereits existirend von uns erkannt wird, nach dem eben Gesagten aber weder die Art ihrer Entstehung, noch die absoluten Bedingungen ihres Seyns von uns erforscht werden können, weil ihre eigentliche Wesenheit gar nicht erkennbar ist, so kann blofs die Frage seyn, was die Materie für unsere Erkenntniß derselben ist, oder welchen Begriff wir mit dem Ausdrücke Materie eigentlich verbinden. Der Zweck der ganzen Untersuchung kann daher nur seyn, keine Unbestimmtheit über den Begriff desjenigen zu lassen, was das Object der gesammten Naturforschung ist.

Zum Begriff der Materie gelangen wir durch Wahrnehmung der Körper, und da jeder Körper nach drei Dimensionen ausgedehnt ist, folglich einen Raum einnimmt, dieser Raum zwar kleiner werden kann als unsere Vorstellung reicht (da sich leicht nachweisen läßt, daß z. B. der billionste Theil eines Sandkorns keine deutlich oder überhaupt vorstellbare Gröfse mehr ist), nie aber unendlich klein werden kann, so lange unser Begriff von Materie und Ausdehnung statt finden soll, weil das geometrisch unendlich Kleine und unendlich Grofse aufer den Grenzen des endlichen Verstandes liegt und in der Geometrie selbst nie ein Gegenstand wirklicher Messung ist, so folgt hieraus unmittelbar, daß der Begriff des Ausgedehntseyns mit unserer Vorstellung der Materie nothwendig verbunden ist. Sofern aber von keiner andern Materie, als der von uns vorgestellten, die Rede seyn kann, so nennen wir mit Recht *Ausdehnung* als nothwendige erste Bedingung unsers Begriffes von der Materie, oder, mit andern Worten, wir legen der Materie die Ausdehnung als ihr nothwendig zukommend bei. Es ist hiernach also gewifs, daß der Begriff der Ausdehnung mit der Vorstellung der Materie nothwendig verbunden sey, wozu man noch setzen kann, daß die Ausdehnung, als selbst räumlich, zugleich im Raume gedacht werden muß; wenn aber KANT die Materie das Bewegliche im Raume nennt, so streitet hiergegen die unleugbare Thatsache, daß man lange Zeit die ganze Erde als ausgedehnt und materiell, aber als unbeweglich im Raume gedacht hat, mithin muß die Materie auch als unbeweglich gedacht werden können, abgesehn davon, daß die Frage über

die Beweglichkeit der bereits als existirend gedachten Materie erst dann gegeben werden kann, wenn ein neuer Begriff, nämlich der einer Veränderung ihres Orts, hinzukommt.

Die erste Bedingung des Seyns der Materie, wie sie von uns vorgestellt wird, ist also Ausdehnung. Diese Ausdehnung muß aber nach drei Dimensionen statt finden, weil weder die geometrische Linie noch die Fläche für materiell gilt. Die Materie ist aber nicht die bloße Ausdehnung, denn dieses ist ein abstracter Begriff, noch auch das Ausgedehnte, der Raum, welchen die Geometrie mißt, denn wir nennen ebensowenig den Raum, welchen drei Linien einschließen, als denjenigen, welcher durch sechs gleiche quadratische Flächen umschlossen wird, materiell, überlassen vielmehr die Ausmessung des bloßen Raumes der Geometrie, welche den nach drei Dimensionen ausgedehnten Raum sogar einen Körper, aber in dieser Beziehung einen geometrischen nennt, sofern sie nichts anderes als die Grenzen des Raumes berücksichtigt¹. Weil aber die Materie durch ihre Ausdehnung den Raum giebt, welcher ohne die Materie ein nicht materieller, bloß geometrischer seyn würde, muß sie auch nothwendig im Raume anwesend seyn, mithin das Leerseyn desselben aufheben, ihn folglich erfüllen, und man ist also hiernach gezwungen zu gestehn, daß die unserer Vorstellung gegebene Materie den Raum durch ihr bloßes Seyn, durch ihre Existenz erfülle. Hiergegen kann die Porosität vieler Körper keinen Einwurf bilden, denn wo Poren sind, da ist an sich keine Materie. KANT hat zwar hiergegen eingewandt, daß die Materie den Raum nicht durch ihre bloße Existenz erfüllen könne; weil einen Raum erfüllen so viel heiße, als jedem Eindringenden Widerstand leisten, wozu eine Kraft erfordert werde, allein gegen dieses Argument haben sich bereits MAYER und v. BUSSE erklärt², und es fällt auch leicht in die Augen, daß dasselbe auf einer falschen Definition beruht, aus welcher dann weiter geschlossen wird; das Widerstandleisten gegen eindringende Materie setzt eine Thätigkeit der letztern, als bereits existirenden, voraus, da doch nur erst von ihrer Existenz die Rede ist, ohne irgend eine

¹ Vergl. MUSSCHENBROEK Introd. T. I. §. CXLVIII. ff.

² An oben ang. Orten.

Thätigkeit oder Veränderung, also auch ohne Bewegung, insofern es doch wohl keinem Zweifel unterliegt, daß die Materie als ruhend und ohne Thätigkeit vorgestellt werden könne¹.

17) Ist es somit erwiesen, daß die von uns vorgestellte Materie ausgedehnt und den Raum erfüllend genannt werden müsse, so ist hiermit die zweite ihr nothwendig zukommende Eigenschaft, nämlich die *Undurchdringlichkeit*, von selbst gegeben, indem diese weiter nichts sagt, als daß durch das angenommene Seyn derselben im Raume das Vorhandenseyn einer andern Materie in ebendemselben ausgeschlossen wird. Um hierbei Mißverständnisse zu vermeiden, muß man zugestehn, daß das Wort Undurchdringlichkeit, welches seine alten usurpirten Rechte auch gegenwärtig noch behauptet, nicht ganz zweckmäßig gewählt sey, indem das Durchdringen soviel als ein temporäres Hindurchgehn bezeichnet, die Undurchdringlichkeit der Materie aber eine bleibende Anwesenheit einer Materie in dem von einer andern Materie bereits erfüllten Raume ausschließt. Will man indess hierbei nicht zu streng seyn, so muß eine durchdringende Materie auf jeden Fall während einer endlichen Zeit in dem gegebenen Raume anwesend seyn, während welcher in dem von ihr eingenommenen Raume eine andere nicht zugleich seyn kann, weil sonst zwei in Beziehung auf diese wesentliche Bedingung ihre Existenz, nämlich die Raumerfüllung, als verschieden gesetzte Materien zugleich auch gleich seyn müßten, was ein unmittelbarer Widerspruch seyn würde, und somit kann das hierdurch

¹ MOLLWEIDE in Gehlen's Journ. 1806. Th. I. S. 658. hat bereits diese Aufgabe sehr klar und bestimmt gelöst. Er sagt: „Es ist sonderbar, daß KANT den Satz des zureichenden Grundes selbst auf die Materie anwendet, und doch den Satz des Widerspruches nicht darauf angewandt wissen will. Man kann ihm aber eben so gut, wie er sagt, daß der Satz des Widerspruches keine Materie zurücktreibe, entgegensetzen, daß noch viel weniger der Satz des zureichenden Grundes eine Materie in Bewegung halte. KANT scheint mir hierbei offenbar zu schikaniren; denn es ist ja nicht davon die Rede, was der Satz des Widerspruches oder zureichenden Grundes bewirke, sondern was aus dem Erfahrungsbegriffe der Materie nach den Gesetzen des Denkens nothwendig folge.“ Vergl. J. T. MAYER in Gren's Journ. VII. 211 u. 212.

näher erklärte Wort Undurchdringlichkeit zur Bezeichnung der zweiten nothwendigen Bedingung oder wesentlichen Eigenschaft der Materie immerhin beibehalten werden.

18) Aufser diesen beiden mit und durch die Existenz der Materie (sofern nicht von ihrem eigentlichen Wesen, sondern nur von unserer Vorstellung derselben die Rede ist) gegebenen wesentlichen und nothwendigen Eigenschaften derselben giebt es keine¹; inzwischen liegt dieser Mangel einer weitem Bestimmung ohne Zweifel blofs an unserer unvollkommenen Kenntnifs, die anderweitigen nähern Bestimmungen ein Ziel setzt, insbesondere deswegen, weil wir zu diesem Behuf alle Materie kennen müßten, um nicht vom Einzelnen auf das Allgemeine unbegründete Schlüsse zu fällen. Zunächst kann man wohl *Beweglichkeit* als aller Materie zukommend betrachten, insofern nach unserer bestehenden Kenntnifs derselben keine unbewegliche und wohl kaum eine unbewegte Materie vorhanden ist, so dafs es vielleicht unmöglich seyn würde, die allgemeine Behauptung ihrer Beweglichkeit zu widerlegen, wenn die Gesetze der Logik diese aufzustellen verstateten.

19) Eine hiermit sehr nahe zusammenhängende Frage ist die, ob die Materie ursprünglich und nothwendig mit Kräften verbunden sey. Es läßt sich hierauf antworten, dafs allerdings Kräfte in der materiellen Natur vorhanden seyn und auch in Folge unserer Vorstellung von der Materie angenommen werden müssen, weil durch ihre bloße Existenz und deren Bedingung, nämlich Ausdehnung und Undurchdringlichkeit, keine Ursache zu irgend einer der zahllosen Veränderungen gegeben ist, die sich unserer Beobachtung unausgesetzt darbieten; in welchem Verhältnisse jedoch die Kräfte zur Materie stehn, wird so lange ungewifs bleiben, als wir das eigentliche Wesen beider nicht kennen. Die Behauptung, es könne eine Sache nur so und nicht anders vorgestellt werden,

1 Die sonstigen Eigenschaften, welche andere Physiker als wesentliche derselben beilegen, z. B. Th. Young in Lect. T. I. p. 607. fallen entweder hiermit zusammen, oder sind nicht als nothwendige zu betrachten, z. B. die Theilbarkeit, die auf materielle Atome nicht anwendbar ist, die Trägheit, welche nicht zum Begriffe der Materie nothwendig gehört, und Gravitation, deren Allgemeinheit noch nicht einmal erwiesen ist.

erfordert zwar weit mehr Vorsicht, als meistens dabei angewandt wird, weil genau genommen einem jeden nur über sein individuelles Vorstellungsvermögen ein Urtheil zusteht, allein in dem vorliegenden Falle läßt sich doch mit Grunde sagen, daß die Materie allerdings als das Todte, aller Kräfte beraubte, vorstellbar sey, weil die Mechanik in ihren gesammten Demonstrationen sie als solche betrachtet. Hiernach wird indess nicht entschieden, daß dieses wesentlich so sey, und das wirkliche Verhältniß der Materie und Kräfte zu einander kann daher weder durch Speculation, noch durch Erfahrung ergründet werden. Ebenso wenig sicher ist die Entscheidung darüber, ob es Kräfte giebt, die der Materie vorausgehn (KANT's Grundkräfte), ob allgemeine und specielle, primitive und abgeleitete u. s. w., allein zum Glück sind alle diese abstracten Untersuchungen für die auf Erfahrung gestützte Physik nach ihrem jetzigen Bestande noch von sehr geringem Nutzen¹. Eine allgemeine, allem Materiellen zukommende Kraft scheint die *Anziehung* zu seyn, deren Wirkungen die Erfahrung überall nachweist und die daher bereits für sich untersucht worden ist², deren eigentliches Wesen wir jedoch ihrer Allgemeinheit ungeachtet noch nicht kennen. Man hat gefolgert, daß durch anhaltende Wirksamkeit dieser Attraction alles Materielle endlich zu einer absolut dichten Masse vereint werden müsse und daher eine ihr entgegenwirkende *Abstoßungskraft* erfordert werde, um jenen Einfluß zu mindern; allein dieser Schluß ist unzulässig, indem jene Bedingung durch den Wechsel der ungleichen Anziehungen verschiedener in Conflict kommender Materien erreicht werden könnte. Folgte z. B. eine Materie A der Anziehung gegen eine andere B, und käme eine dritte C mit einer ungleichen Anziehung gegen A und B hinzu, so würde jene erstere zwischen A und B hierdurch bedingt werden; das Nämliche könnte dann wieder in Beziehung auf eine weitere D der Fall seyn, und sofort mit den mannigfaltigsten durch Masse und Entfernung gegebenen Modificationen, so daß bei der unübersehbaren GröÙe der Natur der endliche Erfolg aller dieser wechselnden Conflictte gar nicht zu berechnen seyn würde. Nur zwei Sätze sind in

1 Vergl. Art. *Kraft*.

2 Vergl. *Anziehung*.

dieser, dem menschlichen Verstande vielleicht nie lösbaren Aufgabe als gewiß zu betrachten, nämlich zuerst, daß es bis jetzt keine Erscheinung giebt, deren Erklärung die Annahme einer Repulsivkraft nothwendig fordert¹, und zweitens, daß beide Kräfte, Anziehung und Abstofsung, nicht als einander absolut entgegengesetzte Grundkräfte vorhanden seyn können, weil sie sich sonst als positiv und negativ um gleiche Gröfsen aufheben, und nur einen Rest der einen oder der andern übrig lassen müßten. Die Nachfolger KANT's reden zwar von einem stets wechselnden Conflict beider, allein dieser ist unstatthaft, weil sie sonst selbstständig wollend seyn müßten, und somit nicht in das Gebiet der Naturlehre gehörten, oder außer ihnen noch eine dritte, ihre Thätigkeit bedingende Kraft erfordert würde, für welche dann abermals freie Willensäußerung anzunehmen wäre und so in endloser Speculation weiter. Hiermit ist indess bloß der Beweis einer nothwendigen Existenz einer solchen Dehnkraft umgestoßen, keineswegs aber bewiesen, daß dieselbe nicht existiren könne oder nicht wirklich existire.

20) Nach KANT ist die Materie ins Unendliche theilbar, und man hat es seitdem als einen Vorzug der dynamischen Theorie vor der atomistischen angesehen, daß die letztere nach Willkür untrennbare Atome und leere Zwischenräume annehmen müsse, was die erstere nicht bedürfe; wobei es jedoch fraglich bleibt, ob die Annahme einer unendlichen Theilbarkeit nicht gleichfalls willkürlich und unbegründet sey. Die Frage, ob man bei fortgehender Theilung der Materie endlich untheilbare Elemente, Atome, erhalte, ist indess schon älter und hat die verschiedenen Hypothesen über das eigentliche Wesen der Materie veranlaßt. BIOT² erklärt das Ganze für einen bloßen Wortstreit, und unterscheidet die geometrische Theilung von der physischen, wovon jene ins Unendliche gehn, diese aber überall unbestimmbare seyn soll. Allerdings beruht die Sache auf einem Wortstreite, läßt sich jedoch auf bestimmte Sätze zurückbringen, wenn man sie noch etwas schärfer auffaßt, als dort geschehn ist. Zuvörderst wird, nach der gewöhnlichen Ansicht der Sache, für unbestreitbar ange-

1 Vergl. J. T. MAYER in Gren's Journ. VII. p. 212.

2 *Traité de Phys. cet.* T. I. p. 4.

nommen, daß der Raum ins Unendliche oder unendlich theilbar sey. Ist nämlich ein endlicher Raum gegeben, so läßt sich dieser halbiren und die Hälfte abermals, so daß dieses wegen mangelnder Bedingung des Aufhörens ins Unendliche fortgehn muß. Wird auf gleiche Weise ein endlicher Raum durch eine Linie *bc* bezeichnet, so kann von einem in endlicher Entfernung von beiden liegenden Punkte *a* aus eine unendliche Menge geometrischer divergirender Linien gezogen werden, welche insgesamt die Linie *bc* schneidend diese in eine unendliche Menge Theile theilen, da geometrische Linien keine Dicke haben, mithin den Raum *bc* nie erfüllen. Beide Sätze werden auf die Materie angewandt, indem man sagt, daß auch hierbei kein Grund vorhanden sey, die fortgesetzten Halbierungen abzubrechen, und es müsse von einem materiellen Faden *bc* das Nämliche gelten, was von der mathematischen Linie erwiesen sey. Hiergegen läßt sich nun zwar einwenden, daß diese Folgerung unbewiesen ist, weil zuerst zwischen einem materiellen Faden und einer geometrischen Linie ein Unterschied statt findet, mithin von beiden nicht ohne Weiteres das Nämliche prädicirt werden kann, und zweitens folgt die unendliche Theilbarkeit nicht aus dem gegebenen Begriffe der Materie, wonach sie das Bewegliche im Raume seyn solle¹. Die Aufgabe läßt sich indeß von einer andern Seite betrachtet lichtvoller darstellen. Es liegt nämlich hierbei abermals eine Verwechslung der Begriffe: ins Unendliche und unendlich klein, zum Grunde. *Ins Unendliche theilen* heißt nichts weiter als verneinen, daß ein Grund zum Aufhören des Theilens vorhanden sey, *unendlich theilen* heißt aber die Theilung bis so weit fortsetzen, daß die Theile keine meßbare Größen, und da die Geometrie sich bloß mit dem Ausmessen der Größen beschäftigt, überall keine Größen

1 Ich finde den von KANT gegebenen Beweis der unendlichen Theilbarkeit S. 34. ganz unhaltbar, und will, um kurz zu seyn, nur bemerken, daß die Materie, als durch ursprüngliche Ausdehnungskraft undurchdringlich gesetzt, dieser ihrer Wesenheit nach dem Trennenden oder Theilenden unüberwindlichen Widerstand entgegenzusetzen und somit die Theilung unmöglich machen müßte. Gilt ferner der Conflict der Grundkräfte für jeden Punct, so ist letzterer entweder ein mathematischer oder nicht. Im ersten Falle ist Raum und Materie eins, im letztern kann von einem mathematischen und materiellen Puncte nicht das Nämliche prädicirt werden.

mehr sind, folglich mit dem *Nichts* zusammenfallen. Eben darum läßt sich das Unendlichkleine nicht mit einander vergleichen, sondern ist allezeit sich selbst gleich; auch kann es nicht summirt werden, indem vielmehr eine unendliche Menge unendlich kleiner Theile erfordert wird, um eine, auch nur die kleinste, endliche GröÙe zu erhalten; eine unendliche Menge kann aber nie gegeben werden, weil mit dem Aufhören des Hinzusetzens oder Vermehrens auch das Wesen der Unendlichkeit (die jedes Ende negirt) aufgehoben würde.

Dafs diese Ansicht vollkommen richtig sey, kann sogar geometrisch demonstrirt werden. Wird nämlich die Linie *bc* durch eine unendliche Menge vom Punkte *a* ausgehender divergirender Linien, deren äußerste *ag* und *af* seyn mögen, in unendlich kleine Theile getheilt, so muß eben dieses auch bei der beliebig entfernten *de* der Fall seyn. Weil aber *de* offenbar größer ist als *bc*, so würde hieraus folgen, dafs eine gleiche Menge unendlich kleiner Theile verschieden große endliche GröÙen gäben, was mit sich selbst im Widerspruche steht. Nach den richtigen Grundsätzen der Geometrie gäbe aber erst eine unendliche Menge unendlich kleiner Theile eine endliche GröÙe, die jedoch nicht zu erhalten steht, weil eben das Ende des Zusammennehmens im Begriffe selbst verneint wird. So lange daher bei den Linien *bc* und *de* bloß von unendlich kleinen Theilen die Rede ist, findet die Verneinung des Vorhandenseyns einer endlichen oder meßbaren GröÙe statt, und ihre anderweitig bekannte endliche GröÙe kommt gar nicht in Betrachtung¹. Sogar in der Praxis geht die Richtigkeit dieser Bestimmungen der überall consequenten Geometrie hervor. Zwei in einigen Fuß Abstand von einander herabhängende Lothe heißen nämlich parallel, jedoch nur insofern, als ihre nicht absolut unendlich kleine Divergenz als wirklich unendlich klein betrachtet, und somit = 0 gesetzt wird.

¹ Eine ähnliche Beseitigung eines sophistischen Satzes findet man im Art. *Bewegung* Bd. I. S. 928. Es läßt sich hieraus entnehmen, wie sehr großen Abbruch der von KANT begonnene, von den spätern deutschen Naturphilosophen bis zum Uebermaß nachgeahmte Mißbrauch des Ausdrucks: Unendlich, der richtigen Forschung thun mußte, welcher nur dazu führte, die Erkenntniß der Wahrheit denen unmöglich zu machen, welche von der sogenannten Rechnung des Unendlichen etwas gehört hatten, ohne es zu verstehn.

21) Es ist sehr leicht, hiervon eine Anwendung auf die unendliche Theilbarkeit der Materie zu machen. Man darf allerdings sagen, die Materie sey *ins Unendliche* theilbar, und zwar in zweifacher Beziehung. Zuerst läßt jeder wirklich gegebene Körper sich halbiren, die Hälfte wieder und so fort, ohne daß jemand wegen Mangels an Kenntniß des eigentlichen Wesens der Materie und der GröÙe ihrer hypothetischen Atome sagen kann, eine weitere Theilung sey unmöglich. Hier ist also die Behauptung einer Theilung ins Unendliche nichts weiter als eine Negation unserer Kenntniß der wirklichen GröÙe der Körperelemente. Zweitens kann jene Behauptung in dem Sinne aufgestellt werden, daß wirklich viele Körper factisch in kleinere Theile sich zerlegen lassen, als welche noch Gegenstand unserer Messung und Vorstellung bleiben, wie schon oben bemerkt worden ist¹. Es kann jedoch keineswegs mit scharfer Begriffsbestimmung gesagt werden, die Materie sey unendlich theilbar, oder es gebe unendlich kleine Theile der Materie; denn da das mathematische unendlich Kleine mit dem Nichts zusammenfällt und von beiden nichts prädicirt werden kann, so würde dieses so viel heißen, als es gebe ein Nichts, von dem nichts prädicirt werden könne, welches aber zugleich ein Etwas sey, von dem etwas prädicirt werden könne. Zugleich kann das Unendlichkleine nicht sumirt werden, und wollte man sagen, daß eben die unendliche Menge der unendlich kleinen Theilchen eines Körpers vereint diesen wieder geben müßten, so ist dieses zwar ein ganz artiges Spiel mit Worten, allein dabei ist vergessen, daß nach der eben mitgetheilten geometrischen Demonstration die unendliche Menge unendlich kleiner Theilchen das aus ihnen hervorgehende Endliche gar nicht zu bestimmen vermag, abgerechnet, daß es hiernach auch erlaubt seyn müßte, den Körper vorher erst in zwei oder mehrere Theile zu theilen, wonach es dann zwei halbe unendliche Mengen unendlich kleiner Theile gäbe, eine Absurdität, aus welcher deutlich hervorgeht, daß der Begriff des unendlich Kleinen auf die ihrem Wesen nach stets endliche Materie gar keine Anwendung leidet. Die Materie endlich ist das Ausgedehnte im Raume, das Raum Erfüllende, der körperliche Raum aber hat

1 Vergl. *Theilbarkeit*.

drei Dimensionen, welche allezeit meßbar, also endlich seyn müssen, und nie unendlich klein, d. h. $= 0$, werden können, ohne in einen geometrischen Punct überzugehn, und somit aufzuhören materiell zu seyn¹.

Die dynamische Hypothese überhebt den Forscher mancher schwierigen Untersuchungen, läßt ihn aber ganz unbefriedigt über das Wesen und den Aggregatzustand der Materie, und trennt die abstracten Bestimmungen über dieselbe gänzlich von den Erscheinungen, welche die Beobachtungen darbieten. Ihr entgegen steht die atomistische oder Corpusculartheorie, welche sich jedoch von der ältern wesentlich dadurch unterscheidet, daß man damals die Gestalt und die wesentlichen Eigenschaften der Atome vorläufig bestimmte, um aus diesen dann die Erscheinungen in der Natur abzuleiten, daß dagegen jetzt nach einem umgekehrten Verfahren ohne irgend eine vorläufige Bestimmung versucht wird, wohin die Zergliederung der Körper und die Untersuchung ihres verschiedenen Verhaltens endlich führen möge. Auf diesem Wege ist man zwar bis jetzt noch nicht zu dem gewünschten Ziele gelangt, allein er bewahrt mindestens vor Verirrungen, welche durch Aufhebung fortgesetzter Untersuchungen die endliche Auffindung der Wahrheit unmöglich machen.

22) Die *Körper*, welche eigentlich in willkürliche begrenzende Flächen eingeschlossene Materie sind², lassen sich insgesamt in Theile zerlegen, die durch fortgesetzte Theilung stets kleiner und kleiner werden, bis sie unserer Wahrnehmung und Messung entschwinden. Da es nach den bis-

1 KANT vergleicht das unendlich kleine Theilchen der Materie mit einem geometrischen Puncte. Allein der geometrische Punct ist die Grenze der Linie, mithin ein bloßer Begriff und kann nie Realität erhalten, eben so wenig als die Grenze der Fläche, die Linie; denn gäbe man jemanden auch die Grenzen aller Staaten der Erde, so hätte er doch noch kein Sandkörnchen Eigenthum.

2 Der Begriff des Wortes Körper ist nicht genau bestimmt, indem es bald Materie überhaupt, bald in geometrische Grenzen eingeschlossene Materie bezeichnet. So heißt die Luft ein Körper (sollte eigentlich heißen ein Körperliches, etwas Materielles) und auch die Kugel, der Würfel u. s. w. heißen Körper. Letzterer, auch der Geometrie eigenthümliche, Sprachgebrauch ist der richtige, und dann ist der geometrische Körper der bloß begrenzte, der physische der zugleich mit Materie erfüllte, endlich begrenzte Raum.

herigen Betrachtungen unstatthaft ist, eine geometrisch unendliche Theilung derselben anzunehmen, wie unmeßbar klein die Theilchen auch immer werden mögen, und wir sonach schliessen müssen, daß man zuletzt zu untheilbaren Theilchen, oder Atomen, gelangen müsse, so führt dieses zu einer doppelten Frage, nämlich zuerst, *ob diese Atome gleich oder verschieden geformt sind*, und zweitens, *ob sie insgesamt gleiche oder verschiedene Gröfse haben*. Liegt es gleich außer den Grenzen der Möglichkeit, diese Fragen direct zu beantworten, da dieses nur mittelst der Beobachtungen und Messungen geschehn könnte, so lassen sich doch auf unzweifelhafte Wahrnehmungen mindestens sehr wahrscheinliche Schlüsse gründen. Bei einer Zertheilung organischer Körper oder mikroskopischer Beobachtung derselben zeigt sich eine unverkennbare Regelmäßigkeit ihrer feinern Bestandtheile, die sich als Fäden, Lamellen, Häute u. s. w. absondern lassen. Mikroskopische Beobachtungen, welche ich mit den aus Brod, Mehl, gekochten Kartoffeln u. s. w. im Wasser entstandenen feinsten leblosen Gebilden anstellte, zeigten mir dieselben aus feinen einzelnen und kreuzweise gelagerten Cylinderchen bestehend. Gekochtes und im Wasser fein vertheiltes Stärkemehl namentlich, welches zehn Jahre unter sehr verschiedenen Einflüssen in einem verschlossenen Glase gestanden hatte, war zu einer aus lauter vereinten Fäden bestehenden Masse umgewandelt. Ungleich mehr aber zeigt sich bei einer großen Menge unorganischer Körper, namentlich bei den krystallisirten, nicht bloß im Allgemeinen eine regelmäßige Gestalt, sondern manche derselben lassen sich als Combinationen zweier oder mehrerer einfacher Gestalten betrachten. Man kann sie ferner meistens nach gewissen Richtungen leicht spalten, die von den Mineralogen *Blätterdurchgänge* genannt werden, deren jeder Krystall mindestens drei mehr oder minder leicht aufzufindende hat¹. Die Gestalt, welche der natürliche Krystall darbietet, nennt HAUX die abgeleitete (*forme secondaire*), diejenige aber, welche man nach Wegnahme der äu-

¹ DANIELL hat gezeigt, daß sie nicht bloß durch mechanische, sondern auch durch chemische Trennungsmittel zum Vorschein kommen. Journ. of the Royal Inst. N. 1. p. 24. Daraus in Schweigg. Journ. XIX. p. 38.

Isern Theile als Hauptgestalt erhält, ursprüngliche oder *Kerngestalt* (*forme primitive*). Die Menge der abgeleiteten Gestalten ist sehr groß, der ursprünglichen oder Kerngestalten giebt es aber nur sechs, nämlich das regelmässige Tetraeder, das Parallelopipedon (wozu aufser dem regelmässigen jede vierseitige Doppelpyramide gehört), das regelmässige sechseitige Prisma, das Dodekaeder mit vierseitigen Flächen und das Triangulardodekaeder. Die weitere Zertheilung der beiden genannten Krystallformen oder eigentlicher der letztern führt zu stets kleinern, so weit die Beobachtung reicht, sich stets gleichbleibenden Theilchen, welche HAUY in ihrer kleinsten, keine weitere Theilung zulassenden Ausdehnung als *Grundbestandtheile* der Krystalle (*molécules intégrantes*) betrachtet. Es ist von selbst einleuchtend, daß diese nichts anders als Atome sind, und es mag daher hier ein für allemal gesagt werden, daß die Mineralogen, Chemiker und Physiker nur den verpönten Namen Atome zu umgehn suchen, da doch Molecüle, chemische Aequivalente, Gewichttheilchen u. s. w. nichts anderes sind, als die kleinsten, nicht weiter trennbaren Grundbestandtheile der Körper, die daher mit dem alten, ihr Wesen genau bezeichnenden Namen Atome am besten benannt werden. Nach HAUY giebt es nur drei Formen der Molecülen, nämlich das Parallelopipedon, das Tetraeder und die dreiseitige Säule, weil diese Körper von der geringsten Menge von Flächen begrenzt sind, und zur Erzeugung sämtlicher Kerngestalten ausreichen. Bei ihrer Kleinheit würde indess eine bloße Aggregation derselben keinen regelmässigen Körper bilden, und es wird daher angenommen, daß sie gewisse Axen haben, die in bestimmten Richtungen Anziehung gegen einander ausüben, wodurch dann die Regelmässigkeit ihrer Lagerung bedingt wird, wie man sich leicht vorstellen kann. Auf diese Weise wird es erklärlich, wie Krystalle mit Kerngestalten und secundären Gestalten allmählig wachsen, wenn die in den auflösenden Flüssigkeiten leicht beweglichen Molecüle sich auf die Oberflächen der anfänglich gebildeten Krystalle lagern¹, sobald sie von diesen stärker als von dem auflösenden Mittel angezogen werden.

¹ HAUY Lehrbuch der Mineralogie u. s. w. Ueb. von D. L. G. KARSTEN Leipz. 1804. Th. I. i. A. Ueber das Ganze vergleiche den

23) Nach dieser Ansicht sind also die Atome derjenigen Körper, welche krystallisiren, regelmässig geformt, eine Hypothese, welche die Erscheinungen am leichtesten erklärt und insofern mindestens einige Unterstützung in der Erfahrung hat, als die Formen der Theile bei fortgesetzter Theilung sich gleich bleiben, mithin auch als gleichbleibend betrachtet werden können, wie weit man auch die Theilung fortgesetzt denken mag¹. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß es nur wenige Krystalle einfacher Stoffe giebt, nämlich den Diamant und die meisten Metalle, alle übrige bestehn aus binären oder mehrfach binären Verbindungen, und es ist sonach die Frage, ob die zur Bildung dieser Krystalle dienenden Atome gleichfalls für geformt zu halten sind. Die Beantwortung derselben führt indess zu einer andern, nämlich ob Gründe vorhanden sind, alle Atome für geformt zu halten, und falls diese verneint werden sollte, welche von ihnen.

Wenn die atomistische Hypothese hierüber keine Auskunft giebt, so berechtigt dieses keineswegs dazu, der entgegengesetzten dynamischen den Vorzug einzuräumen, denn diese läßt über die verschiedene Beschaffenheit der Körper völlig im Dunkeln. Da es jedoch unmöglich ist, über diese aufser den Grenzen der Erfahrung liegende Probleme nur mit überwiegender Wahrscheinlichkeit, viel weniger mit Gewissheit, irgend etwas zu bestimmen, so läßt sich bloß etwa Folgendes angeben. Zuvörderst ist eine Verschiedenheit der einzelnen materiellen Stoffe keinen Augenblick zu bezweifeln; denn Biot² sagt mit Recht, das Gold z. B. und jeder sonstige einfache Körper bleibt stets derselbe und mit den nämlichen Eigenschaften versehen, wie vielfach auch die Verbindungen seyn mögen, in welche wir denselben bringen. Zweitens muß jedes Atom der Natur der Sache nach geformt seyn, denn es bleibt stets materiell, mithin ausgedehnt, und jede Ausdehnung,

Art. *Krystall*, insbesondere *Krystallogenie*. Bd. V. S. 1340. Nach SAVART zeigen auch nicht krystallisirte Metalle auf ihrer Oberfläche eine Art krystallinischen Gefüges, welches namentlich beim Moiré métallique sichtbar wird. An. Ch. Ph. XLI. 61.

1 Auch nach DE LA METHERIE in Journ. de Phys. T. LXXI. p. 417. kommt die Gestalt der Molecülen bei der Bildung der Körper nicht weniger in Betrachtung als ihre Masse.

2 Traité u. s. w. T. I. p. 5.

wie klein sie auch seyn mag, setzt allezeit eine Form voraus. Hierauf führt auch die Erfahrung, insofern die kleinsten, dem Auge entwindenden, mithin um so mehr formlosen Bestandtheile der Körper unter stark vergrößernden Mikroskopen wieder geformt erscheinen, was zu dem Schlusse berechtigt, daß dieses fortwährend der Fall seyn würde, wenn wir die Vergrößerungen ohne Grenzen zu erhöhen vermöchten. Es ist daher auch kaum zweifelhaft, daß alle Atome der nämlichen Materie gleich geformt sind, und es bleibt somit bloß im Dunkeln, ob alle Atome einander gleich und ob sie insgesamt oder einige derselben reguläre Körper sind. Hierüber eine auch nur wahrscheinliche Vermuthung aufzustellen, würde mit dem Geiste einer Naturphilosophie streiten, deren unverbrüchliches Gesetz ist, sich nie zu weit von der Erfahrung zu entfernen. Alle die zahllosen Gestalten aber, unter denen uns die mannigfaltigen organischen und unorganischen Körper erscheinen, zu einem Gemeinsamen zu verbinden, um die Formen der sie bildenden Atome daraus zu bestimmen, liegt ganz außer den Grenzen des menschlichen Forschungsvermögens. Wenn also von den Formen der Atome (*molécules intégrantes*) einiger Krystalle geredet wird, so gilt dieses bloß als ein Versuch, auf diese hypothetisch die Entstehung der Kerngestalten und der abgeleiteten zurückzuführen, mithin nur einen einzigen Schritt weiter zu gehn, als der durch Erfahrung gebahnte Weg vorliegt, ohne mit ungebührlicher Dreistigkeit das dunkle Gebiet der Untersuchungen über das eigentliche Wesen der Materie zu betreten.

24) Einige Gelehrte haben beiläufig geäußert, die verschiedene Form der Krystalle lasse sich auf bloß kugelförmige Atome zurückführen, und es sey daher am natürlichsten, diese Gestalt als die einfachste allen beizulegen. Es liegt in der Natur der Sache, daß ein solcher Satz bloß als Hypothese aufgestellt wurde, um die Möglichkeit einer Construction der verschieden gestalteten regelmäßigen Krystalle aus kugelförmigen Atomen nachzuweisen, ohne auf das Ganze einen besondern Werth zu legen. Bei der später zu erwähnenden Hypothese, wonach die Körper insgesamt aus Atomen mit Wärmeatmosphären umgeben bestehn sollen, wird die Form der Atome entweder als außerwesentlich betrachtet, oder die Kugelgestalt, als die einfachste, ohne ausdrückliche Bestimmung,

stillschweigend vorausgesetzt. Sollen aber die verschieden gestalteten, in ihrer Kernform jedoch einander stets gleichen Krystalle insgesamt aus kugelförmigen Atomen gebildet werden, und will man zur Erklärung ihrer Verschiedenheit nicht nach scholastischer Weise zu gewissen unbekannten Kräften seine Zuflucht nehmen, so müssen den Molecülen Axen beigelegt werden, welche die Richtung der Anziehung bedingen und somit verschiedenförmige Kerngestalten erzeugen. Unter allen Versuchen einer solchen Erklärungsart scheint mir der von SEEBER¹ am gelungensten, indem zuerst nachgewiesen wird, auf welche Weise nach HAUY aus den Elementarmolecülen die Kerngestalten der Krystalle entstehen können, dann aber die allerdings gegründete Bemerkung folgt, daß nach der Darstellung jenes berühmten Mineralogen die Flächen der polyedrischen Molecülen sich berühren müßten, was gegen die Zusammenziehung der Körper durch Kälte streitet, und hierauf beruhen dann die Gründe zu der neuen Theorie. Läßt sich gleich hiergegen mit Grunde einwenden, daß aus der polyedrischen Gestalt der Atome keineswegs die unmittelbare Berührung nothwendig folgt, indem ja selbst zwei völlig ebene Spiegelscheiben unter dem Recipienten der Luftpumpe und mit bedeutenden Gewichten beschwert sich nicht völlig berühren, weil sonst der unter ein Viertel der Lichtwellenlänge herabsinkende Zwischenraum zwischen ihnen sich schwarz zeigen müßte², so ist es doch offenbar einfacher und zur Erklärung der Bildung aller, auch der nicht krystallisirten, Körper geeigneter, den sämtlichen Atomen die Kugelgestalt beizulegen, und aus diesen durch die eigenthümliche Anziehung ihrer Axen die parallelipedische Gestalt abzuleiten, welche dann zur Bildung aller Kerngestalten genügt. Die Hauptsache beruht dann ferner darauf zu zeigen, daß sich anziehende und repulsive Kräfte nicht bloß vorstellen, sondern selbst auf einen analytischen Ausdruck zurückführen lassen, welche für geringe Entfernungen ein stabiles Gleichgewicht (*équilibre stable*) geben, für größere dann in zunehmend wachsende Anziehung, für geringere dagegen auf gleiche Weise in Abstofsung übergehn. SEEBER hat in dieser gehaltreichen Unter-

1 G. LXXVI. 229. 349.

2 Vergl. Interferenz. Bd. V. S. 785.

suchung sogar gezeigt, auf welche Weise aus den nach dieser Hypothese gebildeten parallelopipedischen Elementarkörpern durch Zusammenlagerung nach bestimmten Gesetzen eine Menge der bekannten Krystalle entstehen könne.

In der erwähnten Demonstration werden ohne nähere Bezeichnung attractive und repulsive Kräfte angenommen, allein es ist gewiß von großer Wichtigkeit, das eigentliche Wesen nebst den Bedingungen derselben und die Gründe, worauf ihre Annahme beruht, näher zu untersuchen. Ehe dieses aber geschehn kann, ist es zweckmäßiger, die oben aufgeworfene zweite Frage, nämlich, ob alle Atome gleiche oder ob sie eine verschiedene Größe haben, etwas näher zu erörtern. So wie aber bei den eben angestellten Betrachtungen die Mineralogie oder vielmehr die Krystallonomie hülffreichen Beistand geleistet hat, ebenso muß bei den folgenden die Chemie in Anspruch genommen werden.

25) So lange man glaubte, durch bloße Zerlegungen zur quantitativen Bestimmung der in den gegebenen Körpern vereinten Bestandtheile zu gelangen, konnte die Chemie über das Wesen der letztern keine Auskunft geben und bloß zur Kenntniss ihrer unterscheidenden Eigenschaften führen. Seitdem aber durch RICHTER die Stöchiometrie eingeführt ist, muß diese nothwendig mit den allgemeinen physikalischen Fundamentalgesetzen der Körper in Einklang gebracht werden. Schon das Wort *Stöchiometrie* (von στοιχείον, *elementum*) setzt die Annahme von Elementen, kleinsten nicht weiter theilbaren Theilen, also Atomen, voraus, deren verhältnißmäßige, also bloß relative Größe bei den zahllosen, in der Chemie vorkommenden, quantitativen Bestimmungen zum Grunde liegt, und weil jenes Verhältniß zunächst nach dem Gewichte bestimmt wird, zugleich es aber bedenklich schien, den eigentlichen bezeichnenden Namen, Atom, wieder einzuführen, so bezeichnete man diese Elemente durch die Namen *Molecüle*, *chemische Gewichte*, *Mischungsgewichte*, *Gewichtsverhältnisse*, *stöchiometrische Verhältnisse*, *stöchiometrische Zahlen*, *chemische Aequivalente*, *Atomgewichte* u. s. w. Man war jedoch weit entfernt, über diese Atome, außer ihrem relativen Gewichte, irgend etwas festzusetzen, oder wohl gar die verschiedene Beschaffenheit der Körper aus ihren Eigenschaften abzuleiten, vielmehr bestimmte man diese bloß nach den Re-

sultaten der Erfahrung. Wenn nun gleich kein innerer Widerspruch darin liegt, mit KANT anzunehmen, daß diese Elemente der Körper der Dehnkraft und Ziehkraft zu ihrer Existenz bedürften, falls dieses im Voraus bewiesen wäre, so ist doch die unendliche Theilbarkeit der Materie und die ganze Summe der Folgerungen, welche die dynamische Naturlehre nothwendig fordert, mit der Stöchiometrie durchaus unvereinbar, man müßte denn annehmen, daß von Ewigkeit her oder seit einem hypothetischen Schöpfungsacte, die constituirenden Kräfte für immer zu den jetzt bestehenden Elementen vereinigt wären, was jedoch eine in das Gebiet der vorweltlichen Zeit sich verirrende Pseudonaturphilosophie seyn würde.

Die Stöchiometrie im Ganzen kann hier nicht abgehandelt werden, vielmehr kommt nur dasjenige in Betrachtung, was sich auf das Wesen der Materie bezieht¹, wobei wohl zu berücksichtigen ist, daß alles auf der Erfahrung und auf unmittelbar hieraus abgeleiteten Schlüssen beruht, und daß das Ganze nur als eine hülfreiche Hypothese betrachtet werden muß, um die einzelnen Erscheinungen insgesamt zu einem wissenschaftlichen, auf einem gemeinsamen Erklärungsprincipe beruhenden Systeme zu verbinden, dessen innere Consequenz aber so sehr alle Erwartungen übertroffen hat, daß jene hiernach als höchst wahrscheinlich und fest begründet erscheinen muß.

Die Stöchiometrie nimmt an, daß alles Materielle aus nicht weiter trennbaren Elementen von ungleichem Gewichte bestehe, über deren absolute oder relative Größe, sonstige Eigenschaften und Verbindungsarten keine weitere Untersuchung statt findet. In den sogenannten einfachen, bis jetzt unzerlegten und daher vorläufig als unzerlegbar oder einfach betrachteten Körpern, z. B. im Sauerstoffgas, Wasserstoffgas, dem Diamant, den Metallen u. s. w., sind bloß diese in unbestimmt großem und wechselndem Abstände vorhanden, in den zusammengesetzten dagegen sind sie mit andern vereinigt. Diese Verbindungen sind zwei-, drei-, vier- oder vielfache (binäre, ternäre, quaternäre), mit der merkwürdigen Eigenthümlichkeit, daß die unorganischen Körper bloß aus binären oder doppelt und vielfach binären Verbindungen bestehen,

1 Vergl. Stöchiometrie, im Art. *Verwandtschaft*.

die organischen aber fast ohne Ausnahme aus ternären und vielfachen Verbindungen nach einem mannigfaltig wechselnden quantitativen Verhältnisse. Da die Stöchiometrie die einfachen Elemente als Atome oder materielle, keiner weitem Trennung fähige Körperchen betrachten muß, so kann sie diese Verbindungen für nichts anders als Nebenlagerungen (*juxtapositiones*) ansehen, und es können sonach mit einem einfachen Elemente = a ein, zwei, drei oder n (wobei n jedoch nicht wohl einen sehr großen Werth haben kann und bei innigen Verbindungen der Erfahrung nach nie über 5 hinausgeht) Elemente = b verbunden seyn; unmöglich ist es jedoch, ein halbes oder ein Viertel Element anzunehmen¹, und wenn es daher heißt, daß mit einem Elemente a eines Stoffes $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$ eines andern Stoffes b verbunden seyen, so sind diese Bestimmungen bloß daraus hervorgegangen, daß man die Verhältnisse auf die kleinsten Zahlen zurückgebracht hat, indem es vielmehr in dem Falle, wenn alle diese Verbindungen zwischen den nämlichen zwei Stoffen statt fänden, heißen müßte, daß der durch 12 zu bezeichnende Stoff a mit 2, 3, 4 und 6 Atomen von b vereinigt sey, so daß also 6, 4, 3, 2 Elemente von a mit 1 Element von b verbunden wären. Daß die Umwandlung der bisher angenommenen Aequivalenten-Verhältnisse in diese abgeänderten möglich sey, unterliegt keinem Zweifel, da die Zahlenbestimmungen hierüber willkürlich sind, auch kann es füglich vorgestellt werden, daß 1, 2, 3, 4...n Elemente eines Stoffes a um 1 Element des Stoffes b gelagert sind, obwohl die Zahl n nicht füglich groß seyn darf, und es naturgemäß scheint, daß die Verbindung mehr nach der Zahlenreihe 1, 2, 4 und etwa 6, aber nicht wohl 3 und 5 fortschreite.

Giebt gleich die Erfahrung durchaus keine Gewißheit über die Art der Verbindung einfacher Elemente, so ist es doch allzunatürlich, unter den vielen auch die von 1 und 1 anzunehmen, auf welche Hypothese mehrere Analogieen führen. Versuche z. B. ergeben, daß 100 Theile Wasser aus 11,1 Wasserstoff und 88,9 Sauerstoff bestehn. Wird das

¹ DALTON eiferte hiergegen sehr bei meiner Unterhaltung mit ihm, und war im Begriff, diesen Gegenstand in einer eigenen Abhandlung zu erörtern.

Kleinste hiervon, nämlich der Wasserstoff, als Einheit angenommen, so ist das Atom Sauerstoff = 8, und ebendiese Gröfse geht aus der Vergleichung anderer einfacher Verbindungen hervor. Es enthalten nämlich 100 Schwefelwasserstoffgas 5,9 Wasserstoff auf 94,1 Schwefel; dieses giebt nahe genau das Verhältnifs 1:16, welche letztere Zahl dann die Gewichtszahl des Schwefels wäre. Wird diese Bestimmung als richtig beibehalten, so giebt 1 Atom Schwefel = 16 mit 2 Atom Sauerstoff = 16 die schweflige, mit 3 Atomen = 24 die Schwefelsäure. Das Atomgewicht des Bleies wird in einfachster Zahl = 104 gesetzt, weil 1 Atom Blei = 104 mit 1 Atom Sauerstoff = 8 das gelbe Bleioxyd giebt; aber dann enthält das rothe Bleioxyd auf 1 Atom Blei = 104 von Sauerstoff = $1,5 \times 8 = 12$, was nach atomistischer Ansicht unmöglich ist, weswegen auch DAVY und BERZELIUS das Atomgewicht des Bleies = 208 setzen, welches dann im gelben Oxyd mit 2 Atomen Sauerstoff = 16, im rothen mit 3 Atomen = 24 und im braunen mit 4 Atomen = 32 verbunden wäre. Die beiden genannten Gelehrten haben auch das Atomgewicht des Sauerstoffs = 100 gesetzt, wonach dann das des Wasserstoffs = 6,25 wäre. Man mag indess diese Bestimmungen wählen, wie man will, so kommt man allezeit auf das Resultat zurück, dafs die Atome der einfachen Körper ein ungleiches Gewicht haben, denn wenn wir nur bei den gewählten Beispielen stehn bleiben, so wäre es doch gar zu unnatürlich anzunehmen, dafs mit 1 Atom Wasserstoff allezeit 8 Atome Sauerstoff oder mit 1 Atom Sauerstoff 104 Atome Blei vereinigt seyn sollten, welches letztere Verhältnifs sich jedoch hiernach auf 1 zu 13 reduciren würde, aber dennoch allezeit höchst unwahrscheinlich bliebe¹.

26) Darf man es hiernach als entschieden annehmen, dafs die Atomengewichte der einfachen Körper ungleich sind, und zwar nach den mitgetheilten Angaben in einem sehr hohen Grade², so müssen sie entweder bei gleicher Gröfse ungleich

1 Es mufs der Chemie überlassen werden, die Zahlengrößen der einzelnen Atomengewichte mit diesen allgemeinen Forderungen der Physik in Einklang zu bringen.

2 Sie differiren von dem des Wasserstoffs = 1 bis zu dem des Uran = 217.

von Gewicht seyn, oder ihr ungleiches Gewicht ist eine nothwendige Folge ihrer ungleichen Gröfse. Bei der Untersuchung dieser Frage muß in voraus erinnert werden, daß die atomistische Naturphilosophie sich nicht erlaubt, über das Wesen und die Qualitäten der Atome, deren eigentliche Beschaffenheit ganz außer dem Gebiete der Erfahrung liegt, im mindesten zu entscheiden, sondern daß sie bloß das factisch Gegebene hypothetisch zu erklären und unter allgemeine Gesetze zu bringen strebt. Aus diesem Gesichtspuncte die Sache betrachtet giebt es allerdings Gründe, welche für die letztere Meinung entscheiden, die auch im Ganzen nichts weniger als unnatürlich ist, obgleich es auf den ersten Blick auffallend scheinen mag, eigentliche Atome von ungleicher Gröfse vorzustellen; denn auch die größten Atome sind so verschwindend klein, wie die bald zu erwähnenden Versuche von ROBERT BROWN zeigen, daß keine Vorstellung sie zu erfassen vermag. Für die Annahme einer ungleichen Gröfse der verschiedenen Atome zeugt die vorzügliche Leichtigkeit und Feinheit des Wasserstoffgases (Wasserstoff und Wärme), in gewisser Beziehung die Durchsichtigkeit derjenigen Körper, welche aus den leichtesten Atomgewichten bestehn, indem das Atomgewicht des Kohlenstoffs = 6, des Silicium = 7,4, des Aluminium = 9 ist, wogegen die leichtesten unter den eigentlichen Metallen, nämlich die des Mangan und Chrom, = 28 sind. Insbesondere aber gehört hierher die höchst interessante Erfahrung von DÖBEREINER¹, welcher fand, daß Wasserstoffgas über Quecksilber gesperrt durch einen feinen Riß der Campana entwich, welcher sonst keine Gasart durchliefs, und daß Weingeist nicht in die höchst feine Oeffnung eines Röhrchens eindrang, aus welcher die erwärmte Luft strömte. Es liefse sich gegen die hiernach in einem sehr hohen Grade wahrscheinliche Annahme einer ungleichen Gröfse der Atome die durch NEWTON begründete Wahrheit anführen, daß alle Materie gleich schwer ist², allein mir scheint ein solcher Einwurf bloß unter der Voraussetzung statthaft, daß die Atome aller Materien in allen übrigen Stücken einander gleich und

¹ Die neuesten und wichtigsten physikalisch-chemischen Entdeckungen. Jena 1823. 4. S. 15.

² Vergl. *Schwere*.

bloß an Gewicht verschieden angenommen würden, wonach also eine gewisse Masse der einen schwerer seyn müßte, als eine gleiche der andern, womit das Newton'sche Gesetz nicht bestehn könnte; sobald man aber annimmt, daß das Gewicht der Atome in geradem Verhältnisse ihrer GröÙe steht, wie klein beide auch seyn mögen, so ist die Schwere der Masse direct proportional, und eine gleiche Quantität verschiedener Atome, wie ungleich sie übrigens in einem gegebenen Raume vertheilt seyn mögen, oder bei ungleichem specifischem Gewichte, wird allezeit gleichmäÙig von der anziehenden Kraft der Erde sollicitirt werden.

Das Gewicht und die diesem correspondirende GröÙe der Atome sind hiernach also bloß relativ und bis jetzt ist noch kein Mittel vorhanden, eine absolute Bestimmung hierüber zu erhalten. Wäre es möglich, durch ein ähnliches Verfahren, als wodurch NEWTON die Länge der Anwandlungen des Lichts¹ zu messen wußte, die Weite solcher Risse im Glase aufzufinden, durch welche nach DÖBEREINER'S Beobachtung irgend eine Gasart entweicht, so ließe sich hieraus vielleicht eine Bestimmung hernehmen, obgleich die Adhäsion an den Wandungen ein bedeutendes Hinderniß in den Weg legt. Ein anderes Mittel, zu der gesuchten Bestimmung zu gelangen, hat FRAUNHOFER² angedeutet. Nach der atomistischen Theorie kann kein Körper absolut eben polirt seyn, sondern seine Oberfläche muß Unebenheiten bilden, die der GröÙe der Atome und ihrer Abstände von einander proportional sind und ihren Einfluß verlieren, sobald sie kleiner als die Länge einer halben Lichtwelle werden, wie bei allen bis jetzt bekannten der Fall ist. Wäre es möglich, den Einfluß zu bestimmen, welchen gewisse der gröÙsten Gewichtstheile, vielleicht auch zusammengesetzte, deren GröÙe also der Summe beider vereinten gleich ist, auf die Interferenzen des Lichts ausüben, so ließe sich hieraus vielleicht eine Bestimmung ihrer absoluten GröÙe ableiten; doch bleibt dieses allezeit nicht bloß schwierig, sondern überhaupt problematisch.

27) In den neuesten Zeiten haben die durch ROBERT BROWN beobachteten *Molecular-Bewegungen* großes Aufsehn

1 S. *Anwandlungen*. Bd. I. S. 312.

2 G. LXXIV. 365.

erregt, und sie hängen mit unserer Vorstellung von dem Wesen der Materie zu innig zusammen, als daß sie hier unberücksichtigt bleiben dürften. Jener fleißige und gelehrte, mit Recht allgemein hochgeachtete englische Botaniker stellte im Jahre 1827 mikroskopische Beobachtungen über die in dem Pollen der Pflanzen enthaltenen Theile an, entdeckte Bewegungen derselben, welche in einem sehr hohen Grade denen der Infusorien niedrigster Ordnung gleichen, und es war keineswegs unnatürlich, bei diesen Theilchen vegetabilisch belebter Körper an eine Lebensthätigkeit solcher Thiere zu denken, die in gewisser Hinsicht den Uebergang von den Animalien zu den Vegetabilien bilden. Inzwischen zeigten sehr kleine Theilchen unorganischer Körper eine ganz gleiche Bewegung, ja es fand sich, daß diese schon von verschiedenen frühern Beobachtern mittelst des Mikroskops wahrgenommen worden waren, wie denn BROWN selbst LEEWENHOEK, STEPHAN GRAY¹, NEEDHAM, BUFFON, SPALLANZANI, VON GLEICHEN, WRISBERG, MÜLLER, und aus den neuesten Zeiten JAMES DRUMMOND², hauptsächlich aber BYWATER³ als solche nennt. Aus seinen Angaben zogen viele die seltsame Folgerung, daß die Elemente aller Körper belebt seyen, was vernünftiger Weise nicht angenommen werden konnte, und BROWN mußte daher in seinen nachträglichen Bemerkungen⁴ die Erklärung geben, daß er zwar von Bewegung geredet habe, diese aber keineswegs für die Folge einer vorhandenen Lebensthätigkeit halte. BROWN nennt die beobachteten beweglichen Theile thätige Molecüle (*Active Molecules*) und zeigt, wie man das Phänomen leicht erhalten kann⁵. Man löset zu diesem Ende am besten etwas Gummigutt, oder auch Zinnober, fein pulverisirten Sand, Glas, Corund, Schwefel u. s. w. in Wasser auf, oder vertheilt die Substanz darin so, daß das unbewaffnete Auge kaum eine Färbung oder Trübung wahrnimmt, und bringt davon einen Tropfen von höchstens einer Linie Durch-

1 Phil. Trans. T. XIX.

2 Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh. T. VII.

3 Account of Microscopical Observations. 2d ed. Liverp. 1828.

4 Additional Remarks on active molecules. Lond. 1829. 7 S. 8.

5 Edinb. New Phil. Journ. Nr. 15. p. 41.

messer unter ein Mikroskop von mindestens 300facher Vergrößerung des Durchmessers, so zeigen die kleinen, in der Flüssigkeit schwimmenden Theilchen von höchstens ein Zehntel Linie scheinbarem Durchmesser allerdings eine Bewegung, welche der willkürlichen bei den kleinsten Infusorien frappant ähnlich ist, ja es läßt sich nicht in Abrede stellen, daß man bei der Beobachtung der letztern sich in großer Verlegenheit befindet und nach mehrfach wiederholten Versuchen noch in Ungewißheit bleibt, ob die sich bewegenden Pünctchen solche Molecüle oder wirkliche Thierchen sind. Bloß längere Uebung kann hierin einige Sicherheit verschaffen. Uebrigens läßt sich die Bewegung leicht erklären; denn indem das Tröpfchen durch Verdunstung, ungleiche Erwärmung in Folge des darauf fallenden concentrirten Lichtes vom Spiegel, durch Luftzug, die umgebende erwärmte Atmosphäre des Beobachters, die dem Instrumente mitgetheilte Bewegung des letztern und die selten fehlende des ganzen Hauses, so wie endlich durch manche andere Ursachen stets in Bewegung gesetzt wird, muß sich diese den kleinen Partikelchen mittheilen und durch die außerordentliche Vergrößerung sichtbar werden. Ist nämlich die letztere nur die 300fache und der Tropfen hat eine Linie Durchmesser, so erscheint er als eine ungefähr halbkugelförmige Wassermasse von 2 Fufs 1 Zoll Durchmesser, in welcher die scheinbar kaum ein Zwanzigstel bis ein Vierzigstel Linie großen Pünctchen nothwendig sich zu bewegen scheinen müssen, sobald ihre, durch so viele Ursachen hervorgerufene Bewegung auf gleiche Weise vergrößert wird. Gegen den Einfluß der Verdunstung hat man zwar eingewandt, daß das Phänomen auch dann, wiewohl in geringerem Grade, statt findet, wenn man den Tropfen mit einer Schicht Oel bedeckt; allein hierdurch kann dessen Verdunstung zwar vermindert, aber niemals ganz aufgehoben werden, was mit der Erfahrung recht gut übereinstimmt, abgerechnet daß diese Ursache der Bewegung keineswegs als die einzige angenommen wird. Daß jedoch diese mechanisch bewegten Theilchen bloß sehr kleine Massen und keineswegs eigentliche Molecüle oder Atome sind, läßt sich leicht erweisen. Wenn man nämlich ein Tröpfchen einer gesättigten Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd (Kupfervitriol), bestehend aus 1 Atom Kupferoxyd = 40 und 1 Atom Schwefel-

säure = 40, also zusammen = 80, oder von salpetersaurem Silberoxyd, bestehend aus 1 Atom Silberoxyd = 116 und 1 Atom Salpetersäure = 40, also zusammen = 170, mithin ersteres 80-, letzteres 170mal so groß als die angenommene Einheit des Wasserstoffatoms, unter das Mikroskop bringt, so entdeckt man oft dem bloßen Auge verschwindende kleine Krystalle, die Flüssigkeit an sich bietet aber selbst bei tausendfacher Vergrößerung des Durchmessers, also bei tausendmillionfacher des kubischen Inhalts, keine sichtbaren Pünctchen dar, wie dieses übrigens aus den Untersuchungen der Theilbarkeit der Körper von selbst folgt.

28) Ein Unterschied der Materie, wonach sie in organische und unorganische abgetheilt wird, kann bei den Untersuchungen über ihr eigentliches Wesen auf keine Weise übergangen werden. *Organische Materie* erscheint auf den ersten Anblick ein uneigentlicher Name, denn da die Materie auch in ihren einfachsten Elementen berücksichtigt werden muß, so scheint hierauf der Ausdruck *organisch* nicht anwendbar zu seyn. Organisch (*ὀργανικός* von *ὄργανον*, Werkzeug) heißt nämlich mit Werkzeugen (Organen) versehen, welche in dieser Beziehung zunächst zu den Lebensfunctionen gehören. Die unorganischen Körper entstehen und wachsen nämlich durch Anhäufung vorhandener Elemente oder kleinerer Körper und durch Auflagerung kleinerer Theile auf schon vorhandene größere, wie dieses namentlich bei der Krystallbildung der Fall ist, die organischen und zugleich lebenden Körper dagegen wachsen durch individuelle Thätigkeit vielfacher Werkzeuge (Organe) von innen und haben hierdurch ihren Namen erhalten. Weil aber die organischen Körper mit dem Aufhören der Lebensfunctionen nicht sofort eine wesentliche Aenderung ihrer Bestandtheile erleiden, so nennt man auch solche Körper oder Theile derselben, die einmal belebt waren, organische. Hiernach sind ein Stück Metall, ein Stein, ein Krystall, das Wasser u. s. w. unorganische, dagegen Stärkemehl, Muskelfleisch, Eiweiß, Harz u. s. w. organische Körper.

Es herrscht ein leicht zu fassender Unterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern. Zuerst giebt es überall keine einfachen organischen Körper, vielmehr betrachtet man die unorganischen als einfache oder als binäre oder aus bi-

nären Verbindungen zusammengesetzte, die organischen aber aus ternären oder mehrfachen, und zwar so, daß die Stoffe unmittelbar vereinigt sind, ohne vorher binär verbunden zu seyn. Wenn jedoch einige organische Körper, z. B. ätherische Oele, bloß aus zwei Stoffen zu bestehn scheinen, so tritt dennoch insofern ein Unterschied hervor, als bei ihnen größere Zahlen der Mischungsgewichte vereinigt sind und nicht ein einzelnes Atom des einen einfachen Stoffes mit einem einzelnen eines andern verbunden ist. Zweitens entstehen die organischen Körper insgesamt unter Einwirkung der eigentlichen Lebenskraft, nicht durch bloße chemische Verwandtschaft, weswegen sie nicht durch Kunst erzeugt werden können, wenn man gleich durch chemische Mittel höhere Verbindungen auf niedrigere zurückzuführen vermag; die unorganischen Verbindungen dagegen lassen sich insgesamt durch Kunst auf ähnliche oder gleiche Weise darstellen, als die Natur sie liefert. Allerdings sind mehrfach durch rein chemische Processe auch organische Verbindungen zum Vorschein gekommen, allein entweder waren sie in den behandelten Körpern schon vorhanden, oder es läßt sich annehmen, daß während der durch stärkere Affinität bewirkten Bildung unorganischer Verbindungen die organischen aus einer durch schwächere Affinität erzeugten Vereinigung der rückbleibenden, in der erforderlichen Proportion vorhandenen Elemente hervorgingen. Die organischen Körper aus dem Pflanzenreiche bestehn wesentlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff mit einer zur Sättigung beider nicht hinreichenden Menge Sauerstoff, die aus dem Thierreiche enthalten noch außerdem öfter, und in größerer Menge als jene, Stickstoff, wozu als minder wesentlich und zuweilen nur verunreinigend Phosphor, Schwefel, Calcium, Magnium, Eisen u. s. w. kommen. Man unterscheidet hiernach zuweilen die vegetabilischen von den thierischen Stoffen, indem erstere hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehn, letztere aber einen größern Antheil Stickstoff enthalten. Beide bieten eine große Menge Verschiedenheiten dar, welche bloß auf ungleichen Mischungsverhältnissen beruhn, und steigen von den einfachen, den organischen Säuren mit einer größern Menge Sauerstoff, zu den zusammengesetzten mit einer geringern Quantität von diesem und ungleichen Verhältnissen des Was-

serstoffs und Kohlenstoffs durch eine Reihe auf, in welcher Zucker, Gummi, Stärkemehl, Holzfaser, Harze, flüchtige Oele, Fette u. s. w. vorzügliche Glieder bilden. Die Kunst vermag dann durch Anwendung stärkerer Affinitäten und hierdurch bewirkte Trennungen z. B. aus Stärkemehl Zucker, aber nicht umgekehrt, z. B. aus Zucker Stärkemehl, zu erzeugen, d. h. sie kann ein zusammengesetzteres Gebilde in ein einfacheres, aber nicht letzteres in ersteres verwandeln. So wie aber durch den Einfluss der Lebensthätigkeit höhere Verbindungen aus den niedern hervorgehn, ebenso erfolgen nach dem Tode Zersetzungen herabsteigend bis zu den einfachen Elementen. Aus dem Stärkemehl entsteht durch den Einfluss der Kälte oder Wärme bei vorhandener Feuchtigkeit Zucker, aus diesem unter Kohlensäure-Bildung Weingeist und durch Aufnahme von Sauerstoff Essig; im Allgemeinen aber gehn mit oder ohne das Durchlaufen dieser Stufen meistens durch Fäulniss alle organische Körper in binäre Verbindungen über, die sich von den unorganischen nicht unterscheiden. Hauptsächlich verdient bei allen diesen Processen eine große in der Natur vorwaltende Wechselwirkung zwischen dem Reiche der Vegetabilien und Animalien eine vorzügliche Berücksichtigung, indem nämlich die erstern die binäre Verbindung der Kohlensäure aufnehmen, den Kohlenstoff sich aneignen und das Sauerstoffgas frei machen, worauf dann die letztern dieses im Prozesse des Athmens verzehren, mit dem in den Nahrungsmitteln schon früher aufgenommenen Kohlenstoffe verbinden und beide als binäre Verbindung, nämlich Kohlensäure, wieder abgeben¹.

Nach Vorausschickung dieser elementaren Sätze wird es leicht seyn, den eigentlichen schwierigen Punct der Untersuchung deutlicher hervorzuheben. Der Unterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern, insbesondere wenn die erstern belebt sind, ergiebt sich bald, ungleich weniger bestimmt ist jedoch derselbe in Beziehung auf die Materie festgestellt. Selten redet man von unorganischer Materie, sondern sagt vielmehr unorganische Stoffe; desto häufiger gebraucht man den Ausdruck organische Materie und versteht

¹ Die weitläufige Literatur findet man in L. Gmelin Handbuch der theoret. Chemie. Frankf. 1829. Th. II. S. 1 ff.

darunter meistens fein vertheilte organische Substanzen, d. h. solche, die durch den vegetabilischen oder animalischen Lebensproceß gebildet sind. So heißt es unter andern, ein geringer Antheil von organischer Materie bewirke in dem Quellwasser, welches die Schiffe in Tonnen mitnehmen, eine Gährung, wodurch dasselbe anfangs getrübt, nachher aber wieder wohlschmeckend werde. Die Eigenschaften dieser organischen oder durch organische Lebenskraft gebildeten Materien sind demnach als Folgen ihrer eigenthümlichen Mischungsverhältnisse zu betrachten, welche durch eine über die rein physischen Gesetze hinausgehende *Lebenskraft*¹ erzeugt werden. Obgleich nun einmal zugestanden ist, daß wir das eigentliche Wesen dieses so vielfach wirkenden Agens nicht kennen, so muß doch in Beziehung auf die Materie, als das Substrat aller Naturerscheinungen, nothwendig die Frage aufgeworfen werden, ob es eine eigenthümliche, von der unorganischen verschiedene, elementare organische Materie giebt, oder mit andern Worten, ob die Lebenskraft an diejenigen Elemente, welche irgend einmal Bestandtheile lebender Körper waren, für immer gebunden ist, oder ob sie bei gänzlicher Zersetzung der organischen Körper der Gesamtmasse unorganischer Elemente wieder anheim fallen. Es lassen sich hierüber verschiedene Meinungen aufstellen, welche indeß sämtlich nicht über das Gebiet des Hypothetischen hinausgehn, weil uns die Erfahrung als Leiterin verläßt; inzwischen muß die Naturforschung so weit gehn wie möglich, so lange noch Thatsachen vorhanden sind, die sich zu Schlüssen vereinigen lassen.

a) Man könnte annehmen, daß zwischen der unorganischen Materie verbreitet und unter sie vermischt die in ihren Elementen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff) belebte und der Wiederbelebung fähige organische Materie vorhanden sey. Hienach würden diese einfachen Stoffe bei der gänzlichen Auflösung und Zersetzung organischer Körper in dieselben zwar den unorganischen völlig ähnlich werden, dennoch aber das einmal angenommene Lebensprincip behalten, der Wiederbelebung fähig bleiben und beim Uebergange in lebende Körper als Theile ihrer Ernährung und ihres Wachstums

1 Vergl. *Lebenskraft* oben S. 111.

thums neu belebt werden. Es ist bei diesem Satze wohl zu berücksichtigen, daß nicht sowohl von den sogenannten organischen Körpern, als Stärkemehl, Zucker, Humus, Dünger u. dgl., welche in die Körper der Thiere und Pflanzen übergehend zu deren Wachsthum dienen, die Rede ist, als vielmehr von den einfachen Stoffen und deren binären Verbindungen, dem Sauerstoff und Stickstoff, wie sie die atmosphärische Luft in Gasform darbietet, dem Sauerstoff und Wasserstoff im Wasser, der Kohlensäure u. s. w., deren Ursprung insofern unbekannt ist, als man nicht weiß, ob sie denselben zunächst vorher aus dem Reiche der organischen oder unorganischen Natur erhielten.

Ob diese Meinung in ihrer ganzen Strenge und Bestimmtheit schon früher Anhänger gefunden hat, ist schwer zu ermitteln, indem es gar sehr auf den genauen Sinn der Worte ankommt; inzwischen scheint sie allerdings in den Ausdrücken zu liegen, welche unter andern BÜFFON¹, NEEDHAM² und G. R. TREVIRANUS³ gebraucht haben, am bestimmtesten ist sie indess durch TIEDEMANN ausgesprochen⁴, wenn es heißt: „die in den organischen Körpern vorkommenden Materien eigenthümlicher Art fallen also bei dem Erlöschen ihrer Thätigkeits-Aeußerungen, die man Leben nennt, und bei den nach dem Tode eintretenden chemischen Processen eigener Art, der Gährung und Fäulniß, nicht gänzlich dem unorganischen Reiche anheim, sondern sie behalten die Fähigkeit, sich von neuem zu gestalten und sich lebensfähig zu zeigen. Der Tod oder das Erlöschen der Lebens-Aeußerungen trifft also nur die organischen Einzelwesen, während die in ihre Zusammensetzung eingehenden organischen Materien Bildungs- und Lebensfähigkeit beibehalten.“ Wäre diese, durch Einfachheit sich empfehlende Hypothese richtig, so ließe sich eine andere daran knüpfen, nämlich daß die Belebung der hiernach lebensfähigen Materie bei ihrer Vereinigung mit be-

1 Hist. nat. T. II. p. 420. Il existe une matière organique animée, universellement répandue dans toutes les substances animales ou végétales cet.

2 An account of some new microscopical discoveries. Lond. 1745. 8.

3 Biologie T. II. p. 267 u. 403.

4 Physiologie des Menschen. Darmst. 1830. Th. I. S. 99.

lebten Körpern durch die in letztern bestehende Lebensthätigkeit geschehe, welche durch die verschiedenen Arten der Fortpflanzung auf andere Individuen übertragen würde und so ohne Ende fortdauern könnte. Es läßt sich jedoch nicht verkennen, daß die Theorie vieles wider sich hat. Zuerst ist es offenbar eine kühne Voraussetzung, anzunehmen, daß die einfachen organischen und unorganischen Materien, oder ihre binären Verbindungen, untereinander gemengt so bestehn sollten, daß beide nicht in einander übergängen, und die einen zur Ernährung belebter Wesen dienten, während die andern stets als todte Masse ausgeschieden würden. Zweitens aber steht dieselbe, wenn auch nicht gewiß, doch höchst wahrscheinlich, mit der Erfahrung im Widerspruche. Wenn man nämlich Kohlensäure aus der Kreide entwickelt oder Sauerstoffgas aus Magnesiumoxyd, so wird erstere durch lebende Pflanzen so gut zersetzt und letzteres dient zur Erhaltung des animalischen Lebens auf gleiche Weise, als wenn beide organischen Ursprunges wären. Hiergegen ließe sich allerdings einwenden, daß man nicht wissen könne, ob nicht vor unbestimmbarer Zeit die aus organischen Körpern gebildeten Gasarten an den unorganischen Kalk und das Magnesium gebunden worden seyen, wie auch noch gegenwärtig namentlich die durch Respiration erzeugte Kohlensäure nicht selten an Kalk übergehe und später als Schutt vielleicht für viele Jahrhunderte unter der Erde verborgen werde; allein diese Hypothese dürfte doch allzugewagt erscheinen, um einer andern zur Stütze zu dienen. Wollte man aber annehmen, die irgend einmal in lebende Körper übergegangenen einfachen Stoffe würden eben hierdurch lebensfähig und behielten! dann diesen Zustand für immer, so müßte sich die Menge der belebten einfachen Stoffe täglich mehren, und zuletzt würde aller Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff mit dem Lebensprincipe bleibend versehn werden. Auf der andern Seite aber müßte die vorhandene Menge derselben stets abnehmen, wenn man zugestehn wollte, daß die aus organischen Körpern durch gänzliche Zersetzung entbundenen und demnächst durch anderweitige chemische Processe zur Bildung unorganischer Körper verwandten, einfachen Stoffe für immer der organischen Materie entzogen würden, weil hiernach die Quantität derselben stets abnehmen müßte, eine Hypothese, welche aus sogleich zu

erwähnenden anderweitigen Gründen noch weniger innere Wahrscheinlichkeit hat.

b) Eine zweite Hypothese nimmt an, daß die organische Materie von der unorganischen in ihren einfachen Elementen oder binären Verbindungen nicht verschieden sey, daß vielmehr, rücksichtlich dieser, beide Reiche, das der organischen und das der unorganischen Körper, keinen wesentlichen Unterschied darbieten, sondern daß ihre Bestandtheile abwechselnd in einander übergehn und in den unorganischen Gebilden in Folge überwiegender Anziehungs-Aeufserungen durch Aufhäufung zu mehr oder minder regelmäsig gestalteten Körpern vereinigt werden, in den organischen dagegen durch schwächere chemische Verwandtschaft, aber unter Mitwirkung einer eigenthümlichen Kraft, der Lebenskraft, zur Bildung lebender Wesen dienen. Die Natur zeigt überall keine scharfen Grenzen, sie finden zwischen den drei Reichen der Natur nicht statt¹, einige organische Verbindungen sind unorganischen mindestens so ähnlich, daß sie nicht wohl unterschieden werden können, z. B. die durch geistige Gährung und die durch Verbrennung der Kohle entstandene Kohlensäure und noch mehr der durch die Natur und der durch Kunst hergestellte Harnstoff², und die einfachen Stoffe und vielleicht auch die binären Verbindungen würden dann überhaupt nicht verschieden seyn.

Dürfen wir nach überwiegenden Gründen diese Hypothese als die bei weitem wahrscheinlichste betrachten, so bietet sich eine neue, noch schwierigere Frage dar, nämlich wodurch die hiernach an sich unbelebte Materie belebt wird. Es wäre leicht, hierauf zu antworten, daß dieses eine Folge des Ueberganges in lebende Wesen sey, die sich auf die bekannte Weise nach ihren Gattungen fortpflanzen, wobei zugleich angenommen wird, daß kein zum Reiche der Vegetabilien und Animalien gehöriges Wesen von selbst und ohne eine der verschiedenen Fortpflanzungsarten entstehen könne. Hierdurch

1 ROBINET *Considérations philosophiques de la gradation naturelle des formes de l'être*. Amst. 1768. 8. BONNET *Considérations sur les corps organisés*. Amst. 1762. II vol. 8.

2 WÖHLER in Poggendorff's Ann. III. 177. Vergl. GMELIN *Handbuch d. theor. Chemie* II. 6.

wäre dann zwar nicht das Wesen, aber mindestens doch die Ursache der stets fortdauernden Belebungen angegeben. Es fragt sich dann aber weiter, wie ursprünglich das Leben entstanden seyn möge; aber diese Untersuchung verliert sich so tief in das dunkle Gebiet des Hypothetischen und erhält so unbedeutend wenig Licht durch die Erfahrung, daß es sich kaum der Mühe lohnt, sie weiter zu verfolgen. Man könnte annehmen, die lebenden Vegetabilien und Animalien seyen von Anfang an auf unserm Planeten anwesend gewesen. Hiermit wäre dann ihr Ursprung zwar nicht erklärt, inzwischen müßten wir hierbei berücksichtigen, daß wir uns hinsichtlich unserer Erde und der ganzen Natur in gleicher Unwissenheit befinden. Es streitet jedoch hiergegen die Erfahrung, daß in den ältesten Theilen unserer Erde sich gar keine Ueberreste, weder der Pflanzen-, noch der Thierwelt befinden. Verfolgen wir diesen einzigen vorhandenen Fingerzeig weiter, so geht aus den geologischen Untersuchungen hervor, daß nur die normalen oder die geschichteten Felsarten thierische oder vegetabilische Versteinerungen einschließen, die abnormen oder massigen dagegen enthalten keine Petrefacten; jene sind neptunischen, diese vulcanischen Ursprungs. Die ältesten fossilen Reste organischer Körper, Zoophyten, Schalthiere, Abdrücke von Palmen und von baumartigen Fahren, finden sich in der Gruppe des *Uebergangskalkes*, der *Grauwacke* und des *Thonschiefers*. Sie bestehn theils nicht mehr in der Reihe jetzt lebender Wesen, oder zeigen sich sehr verschieden davon, theils findet man aber, wenn nicht Uebereinstimmung, doch wenigstens Annäherung zu manchen noch vorhandenen Formen. Mit abnehmendem Alter der Felsmassen wächst die Menge der Petrefacten. So begegnen wir in der *Steinkohlengruppe* neben sparsam verbreiteten fossilen Thierresten zahllosen Ueberbleibseln vegetabilischer Substanzen, oft durch riesenhaften Wuchs ausgezeichnet, welche eine bereits entwickelte Landvegetation darthun und nach Arten und Gattungen den Pflanzen zwischen den Wendekreisen näher stehn, als denen unserer Zone, z. B. Calamitten, Sigillarien, Lepidodendren u. s. w. Die nämlichen Gattungen sind in den entlegensten Gegenden, wo jetzt ganz andere Pflanzen vorkommen, vorhanden, die Arten dagegen zeigen sich öfter verschieden, so daß sie rücksichtlich ihrer klimatisch geographischen Verbreitung den nämlichen

Gesetzen folgten, die bei den Gewächsen unserer Zeit wahrgenommen werden. In der Gruppe des *Zechsteins* und *Todtliegenden* sind die Versteinerungen, obwohl weder sehr zahlreich, noch sehr mannigfach, dennoch von entscheidender Bedeutung. Im *rothen* Todtliegenden finden sich in Hornstein und Quarz umgewandelte Baumstämme u. s. w., im *grauen* Todtliegenden Pflanzenreste, welche denen des Steinkohlengebildes ähnlich sind, im Kupferschiefer Reste von Reptilien und hauptsächlich von Fischen, sparsame Reste von Mollusken und von Pflanzen, im Zechstein nur Mollusken, und die im Gyps dieser Gruppe vorhandenen *Spalten* umschließen Reste von Mammut, Rhinoceros, Pferd u. s. w., während das Gestein selbst frei von Petrefacten ist. In der Gruppe des *Muschelkalkes* und des *bunten Sandsteins* finden sich Ueberreste von Pflanzen mit Ausnahme der Dikotyledonen, im Sandstein Mollusken, ähnlich denen im darauf gelagerten Muschelkalk, und in letzterer Felsart neben jenen Ueberresten noch Ueberbleibsel von Sauriern, Fischen und Pflanzenthieren. In der Gruppe des *Lias* und *Keupers* nehmen die Ueberbleibsel kaltblütiger Wirbelthiere sehr überhand, die Sauriergebeine sind verschieden von denen, welche den in größern Höhen auftretenden Jurakalk-Ablagerungen angehören. Neben diesen Petrefacten enthalten Lias und Keuper manche Mollusken, besondere Auszeichnung aber verleihen ihnen die vorhandenen vegetabilischen Ueberbleibsel, welche von allen bisher erwähnten wesentlich abweichen. In der Gruppe der *Jura-* und *Oolithen-Kalkgebilde* werden zahlreiche und sehr charakteristische Versteinerungen getroffen, gegen die Tiefe im erstern hauptsächlich Mollusken, Zoophyten und Pflanzen, der Oolithen- und obere Jurakalk dagegen enthalten mitunter sehr zahlreiche Ueberbleibsel von Reptilien, Gerippe vom Gavial, Krokodil u. s. w., ferner fossile Mollusken und Zoophyten. Im lithographischen Steine herrscht die größste Mannigfaltigkeit von fossilen Resten von Säugethieren, Vögeln, Reptilien, Fischen, Mollusken, Crustaceen, Insecten, Anelithen, Radiarien, Zoophyten, Pflanzen u. s. w. Die Gruppe der *Kreide* und des *grünen Sandsteins* erhält viele Bezeichnung durch die vorhandenen Petrefacten, Ueberbleibsel von Reptilien, Fischen, Conchylien, Pflanzenthieren und fossilen Vegetabilien, die von Land- und Meeresgewächsen abstammen. Die Gruppe des *Süßs-*

wassergypses, des *Grobkalkes* und des *plastischen Thons*, meistens in Becken gelagert, führt in ihren verschiedenen Gliedern theils Muscheln und andere Reste pelagischer Thiere, theils Ueberbleibsel von Muscheln und Fischen, welche früher Bewohner des Landes und der Flüsse waren, desgleichen Gebeine von Säugethieren und Reptilien, die auf dem Festlande oder am Ufer großer Seen lebten. Der Reichthum an Geschlechtern, Arten und Individuen ist in dieser Gruppe größer als in irgend einer andern, von den Arten wurden bisher sehr wenige noch jetzt lebend gefunden. In der Gruppe *diluvianischer Gebilde* findet man organische Ueberbleibsel in großer Menge, welche den Geschlechtern nach nur selten ausgestorben, den Arten nach etwa zur Hälfte als noch jetzt lebend, zur Hälfte als ausgestorben zu betrachten sind, Gebeine von Mastodon, Hippopotamus, Tapir, Elephant, Rhinoceros, Pferd, Hirsch, Ochse, Tiger, Bär, Hyäne u. s. w., ferner Ueberbleibsel von Cetaceen. Das Fluthland beherbergt außerdem vegetabilische Reste, namentlich Baumstämme, aber Erzeugnisse menschlichen Kunstfleisses kommen nicht darin vor. In der Gruppe *postdiluvianischer Gebilde* endlich erscheinen die organischen Reste häufig, allein nur im geringen Grade umgewandelt. Thiere und Pflanzen, von denen sie abstammen, werden noch lebend gefunden, und meistens in den nämlichen Gegenden, die ihre Ueberreste bergen, oder es läßt sich mit wenigen Ausnahmen der Beweis führen, daß sie einst daselbst gelebt haben. Als besonders merkwürdig gilt der jüngste Meereskalk, der namentlich auf Guadaloupe neben Ueberbleibseln noch lebend vorhandener Corallen und Meeres-Schalthieren menschliche Gebeine, selbst ganze Gerippe umschließt. Die postdiluvianischen Ablagerungen enthalten verschiedenartige Erzeugnisse menschlichen Kunstfleisses, und namentlich sind dieselben im Torf vorhanden¹. Hiernach dürfen wir es also als erwiesen betrachten, daß während einer unbestimmbar langen Zeit und gleichmäßig mit der allmählig fortschreitenden Ausbildung unsers Erdballs bis zu seinem jetzigen anscheinend stationären Zustande zuerst die am rohesten organisirten Pflanzen, dann die feinern, mit letztern gleich-

1 S. Grundzüge d. Geologie u. Geognosie u. s. w., von K. G. v. LEONHARD. 2te Aufl. Heidelberg. 1831.

zeitig die rohern Thierclassen und endlich die auf einer höhern Stufe der Organisation stehenden auf der Erdkruste ihren Ursprung nahmen.

Da aus den frühern Untersuchungen hervorgeht, daß zwischen organischer und unorganischer einfacher Materie kein wesentlicher Unterschied anzunehmen ist, aus den zuletzt angestellten aber folgt, daß organische Wesen erst später auf der Erde vorhanden waren, so fragt sich, auf welche Weise die ursprünglich allein existirende unorganische zur organischen umgestaltet und zu lebenden Wesen vereinigt wurde. Mit Sicherheit läßt sich auch dieses nicht beantworten, weil wir nicht wissen, was für Kräfte in jener vorgeschichtlichen Zeit vielleicht thätig waren; indess ist im hohen Grade wahrscheinlich, daß mit Ausnahme von etwa einer, der Belebung im Allgemeinen günstigen, höhern Temperatur der Erdkruste keine andern wirksamen Potenzen anzunehmen sind, als die noch gegenwärtig das fortdauernde Leben in beiden Naturreichen erhalten. Wollte man hiergegen das Argument anführen, warum nicht noch gegenwärtig aus unorganischen Elementen belebte Wesen entstehen, so läßt sich dieses dadurch umgehn, daß zwar hiéfür keine überzeugenden Erfahrungen vorhanden sind¹, damit aber die Unmöglichkeit noch keineswegs erwiesen ist. Inzwischen geht aus Versuchen, welche ich selbst angestellt habe, zur Evidenz hervor, daß sogar zusammengesetzte organische Materien ohne freien Zutritt der atmosphärischen Luft weder Priestley'sche Materie noch Infusorien erzeugen. Ich habe nämlich Erbsen, Gerstenkörner, aufgelösten Schreinerleim, gekochte und diluirte Stärke in verschlossenen Gläsern mit destillirtem Wasser entweder mit etwas atmosphärischer Luft oder in ganz erfüllten (wobei im

¹ FRAY in *Essay sur l'origine des substances organisées et inorganisées*. Par. 1807. und *Essay sur l'origine des corps organisés* cet. Par. 1817. will zwar die Entstehung der Infusorien in reinem Wasser und GRUTHUISEN in Aufgüssen von Granit, Marmor und Kreide beobachtet haben, s. *Gehlen Journ. Th. VIII. S. 150.*, allein dieses streitet gegen die höchst zahlreichen Beobachtungen vieler anderer Physiker. Vergl. *Tiedemann Physiol. S. 95.* Wenn aber auch durch alle bisher bekannte Versuche aus bloßer unorganischer Materie erweislich nie ein belebtes Wesen erzeugt worden ist, so beweist dieses doch bekanntlich noch nicht die Unmöglichkeit.

letztern Falle durch ein gekrümmtes und in ein anderes Gefäß mit Wasser geleitetes Rohr für die Wirkung der ungleichen Ausdehnung durch Wärme gesorgt war) Monate und Jahre hindurch den verschiedensten Einflüssen der Wärme und des Lichts ausgesetzt, allein die Früchte quollen bloß anfangs etwas und blieben dann unverändert, der Leim und die Stärke aber vereinigten sich allmählig zu einer in der Mitte des Wassers schwimmenden, etwas dichtern Masse, aber alles ohne eine Spur von Vegetation oder thierischem Leben. Am auffallendsten aber war das Verhalten eines Glases mit eingeschrumpftem Stöpsel, worin sich bis zur Hälfte gefüllt etwas in destillirtem Wasser gekochtes und in vielem kalten nachher diluirtes Stärkemehl befand; die Hälfte des Glases füllte atmosphärische Luft. Dieses Glas wurde auf gleiche Weise, als die eben genannten Präparate, behandelt und endlich nach etwa 18 Monaten in einen bloß mit Drahtgitter verschlossenen Schrank eines im Winter geheizten Zimmers gesetzt, bis etwas über zehn Jahre nach dem Anfange des Versuches der Inhalt zur nähern Untersuchung kam. Das Wasser war schwach trübe, ohne irgend ein Häutchen an seiner Oberfläche, die Stärke aber hatte sich in der Mitte des Wassers zu einer Art von schleimiger Masse vereinigt, welche farb- und geruchlos in der Mitte am dichtesten war und von da aus sich in regellosen stumpfen Spitzen ausbreitete. Die ziemlich zähe dichtere Masse war für große Vergrößerungen zu dick, die Enden der Spitzen aber glichen frappant Bündeln sehr fein geheckelten Flachses, so daß hiernach die Wirkung anziehender Kräfte unverkennbar war; aus allen Versuchen aber muß ich die Folgerung ableiten, daß ohne freien Zutritt der atmosphärischen Luft selbst organische Substanzen auch unter sonst günstigen Bedingungen kein vegetabilisches oder animalisches Leben zu erzeugen vermögen.

29) Das Wechselverhältniß zwischen den Vegetabilien und Animalien, vermöge dessen die ersteren Kohlenstoff aufnehmen und Sauerstoffgas frei machen, während die letztern aus beiden die Kohlensäure wieder erzeugen, ist oben bereits erwähnt worden. Rücksichtlich des Verhaltens der Materie in beiden ergeben viele mit einem großen Mikroskop von **PLÖSSL** im Sommer 1830 absichtlich zur Aufklärung dieser Aufgabe von mir angestellte Beobachtungen der Hauptsache nach Fol-

gendes. Frische Pflanzentheile, insbesondere Blumen, wie namentlich Nelken, geben im Wasser unter dem Zutritte der freien Luft und Mitwirkung von Wärme in wenigen Tagen eine erstaunliche Menge von Infusorien, welche durch die Schnelligkeit ihrer Bewegungen eine starke Lebensthätigkeit zeigen, bald sterben und durch Aufhäufung ihrer Leichname eine moderartige Masse bilden, aus welcher neue Vegetabilien in Gestalt von Schimmel und Priestley'scher Materie zum Vorschein kommen. In den Blumen und vegetirenden Pflanzen scheint also das Lebensprincip sehr gesteigert zu seyn. Kornmehl in Wasser geschüttet läßt unter gleichen Bedingungen zwar gleichfalls Infusorien entstehen, aber später, kleinere, minder regsame, in geringerer Menge, und zugleich bilden sich die oben bereits erwähnten kleinen cylinderförmigen Körper, die sich zu vegetabilischen Gebilden zu vereinigen scheinen, keine Spur von Bewegung zeigen und überhaupt regelmässiger, gleichförmiger und glatter sind, als die Infusorien von gleicher Gröfse. Infusionen von Brot und Backwerk geben verhältnismässig wenige und kleinere Infusorien, Chylus von einem Hunde stand lange unter günstigen Bedingungen in einem leicht bedeckten Glase, erzeugte aber entweder keine oder nur mit 500facher Vergrößerung des Durchmessers unvollständig erkennbare, wenig bewegliche Infusorien, Aufgüsse von rohem und gekochtem Fleische endlich gingen ohne alle Erzeugung lebender Wesen in Fäulniß über. Aus diesen hauptsächlichsten Resultaten einer langen Reihe von Versuchen muß ich also folgern, daß die in den Pflanzen vorhandene organische Materie der Belebung am meisten fähig ist und nach dem baldigen Uebergange aus dem Pflanzenreiche in das Thierreich zwar einen hohen Grad der Lebensthätigkeit zeigt, von dieser höchsten Stufe aber durch gänzliche Zersetzung in einfache Stoffe oder binäre Verbindungen der Gesamtmasse vorhandener Materien wieder anheim fällt. Die für die Wissenschaft so höchst wichtigen Fragen, warum aus organischen Stoffen unter den günstigsten Bedingungen in verschlossenen Gefäßen keine belebten Wesen erzeugt werden, ob sonach die Samen hierzu in der Luft vertheilt sind, weil ihr freier Zutritt unumgänglich nothwendige Bedingung der Belebung ist, ob die gesammten, noch jetzt wirksamen, physischen Kräfte im Anfange die rohern, allmählig zu feinern übergehenden,

organischen belebten Wesen zu erzeugen vermochten, oder ob und in welchem Umfange die einzelnen Gattungen und Arten einer besondern Schöpfung bedurften, werden vielleicht für immer im Dunkeln bleiben¹.

30) Im genauesten Zusammenhange mit diesen Betrachtungen stehn die wiederholt aufgestellten Behauptungen von dem Uebergange einfacher Stoffe in andere. Als in frühern Zeiten der Unterschied zwischen einfachen Stoffen und zusammengesetzten Materien noch nicht so scharf bestimmt war und man es mit diesen Ausdrücken überall nicht genau nahm, als insbesondere die Theorie von den vier Elementen oder sogenannten Elementarstoffen, die in einander übergehn sollten, in Ansehn stand, konnte diese Frage überhaupt nicht aufgeworfen werden. Zum Theil schon damals und auch späterhin verleitete die Sucht, unedle Metalle in Gold zu verwandeln, zu einer Menge kostbarer Versuche, deren viele für die Chemie von großem Nutzen gewesen sind, mehrere Gelehrte vertheidigten die Möglichkeit, welche durch einige Erfahrungen auch allerdings historisch wohl hinlänglich begründet worden ist, einige thaten die Sache durch trügliche Versuche dar², die gegenwärtig jedoch durch genauere Kenntniß derselben ihre Beweiskraft verloren haben. Inzwischen kam man schon früher zu der Ueberzeugung, daß durch Anwendung rein chemischer Mittel eine solche Umwandlung unmöglich sey³, länger aber fand die Hypothese Vertheidiger, daß unter Mitwirkung der organischen Thätigkeit und der Lebenskraft Bestandtheile der Pflanzen und Thiere aus dem Wasser oder durch Umwandlung einfacher Materien in andere erzeugt würden. Namentlich sollte der Schwefel, der Phosphor, die Kalkerde in den Animalien, der Kohlenstoff, der Kalk und die Kieselerde in den Vegetabilien auf diese Weise ihren Ursprung erhalten, weil jene Substanzen in den Nahrungsmitteln überall nicht oder in zu geringer Menge vorhanden seyen,

1 Eine Menge interessanter Thatfachen findet man in den lehrreichen Berichten über die Erzeugung und physische Beschaffenheit der Infusorien von EHRENBURG, namentlich in G. C. 1 ff.

2 Der bekannte BEIREIS in Helmstädt zeigte in seinen Vorlesungen, wie man aus Blei Gold machen könne.

3 Vergl. LAVOISIER in Mém. de l'Acad. 1770, 1773 u. 1790.

Pflanzen aber in reiner Kieselerde mit Wasser oder in letzterem allein aus ihren Samen erzeugt und unterhalten werden könnten¹.

Noch neuerdings hat v. CRELL durch eine Reihe von Versuchen mit Zwiebelgewächsen darzuthun sich bemüht, daß die Menge des in den Pflanzen vorhandenen Kohlenstoffes durch den Vegetationsproceß ohne irgend eine vorhandene Substanz, außer reinem Wasser, in gänzlich verschlossenen Gefäßen vermehrt werde, allein es ist unter andern auch durch meine eigenen Versuche² erwiesen, daß Pflanzen unter solchen Bedingungen nicht gedeihen, und man muß daher schließen, daß die von ihm erhaltenen Resultate nicht fehlerfrei sind³. Obgleich es also Versuche in Menge giebt, aus denen das Resultat hervorzugehn scheint, daß durch Einwirkung der vegetabilischen und animalischen Lebensthätigkeit einfache Stoffe in andere verwandelt werden können, ohne eine in Beziehung auf die Naturkräfte mit sich selbst im Widerspruche stehende Schöpfung aus dem Nichts anzunehmen, so finden diese Erfahrungen doch in andern mit größter Sorgfalt angestellten Untersuchungen keine Bestätigung, indem vielmehr die feinsten Analysen darthun, daß die vermeintlich er-

1 VAUQUELIN in Scherer's Journ. d. Chem. III. p. 119. J. Ch. K. SCHRADER und J. S. B. NEUMANN zwei Preisschriften über d. eigentliche Beschaffenheit und Erzeugung d. erdigen Bestandtheile in den verschied. inländ. Getreidearten. Berl. 1800. 8. CAROSI über d. Erzeugung d. Kiesels u. d. Quarzes. Leipz. 1783. C. A. GERHARD über die Umwandlung und den Uebergang einer Erd- und Steinart in die andere. Berl. 1788. LAMPADIUS neue Erfahrungen im Gebiete d. Chemie und Hüttenkunde. II. S. 100. Desgl. Sammlung chemischer Abhandlungen Bd. III. S. 188. Vergl. J. JOHN in Harlemer Denkschriften Bd. VIII. u. a. Gegen die Möglichkeit einer solchen Umwandlung erklärte sich schon früher WIEDEMANN über die Umwandlung einer Erd- und Steinart in die andere. Berl. 1792. 8. Interessante Erscheinungen nicht sowohl der Erzeugung als vielmehr der Ausscheidung der Kieselerde aus der Kreide zur Bildung der Feuersteine in der jüngsten Zeit erzählt HACQUET in Oryctographia Carniolica T. II. p. 118 u. 163. Daraus in Gehlen's Journ. 1805. Bd. I. S. 43.

2 G. XXXIII. 428. XXXIV. 296.

3 Comm. Soc. Reg. Gott. rec. T. I. Ich bin aus guter Quelle unterrichtet, daß der Gartenaufseher die hingestellten Zwiebelgewächse durch Oeffnen der Gläser dem freien Zutritte der Luft aussetzte, weil sie sonst nicht wachsen wollten. Daher der Irrthum.

zeugten Substanzen in den Nahrungsmitteln der Pflanzen und Thiere, namentlich auch in der Luft, zwar in geringer, aber doch in genügender Menge vorhanden sind, um die wahrgenommenen Erscheinungen daraus zu erklären. Sobald aber irgend ein einfacher Stoff da zum Vorschein kommt, wo er nicht unter den gegebenen schon vorhanden war, so würde dieses zu dem Schlusse berechtigen, daß er als eine Verbindung aus bereits vorhandenen Elementen oder als ein Theil eines der vorhandenen, mit Unrecht als einfach betrachteten Körper zu halten sey, eine Verwandlung einfacher Stoffe in andere schließt aber einen innern Widerspruch in sich und ist daher aus dem Gebiete der Naturlehre gänzlich zu verbannen. Wenn daher Männer von bedeutendem Rufe ein Entstehen sogenannter einfacher Stoffe durch die Wirkung des vegetabilischen und animalischen Lebensprocesses beobachtet zu haben glaubten, so setzten sie dabei voraus, daß entweder diese oder andere der vorhandenen nicht einfach seyn könnten; denn wären z. B. die Metalle, und namentlich das Gold, nicht einfach, so wäre auch eine Erzeugung derselben durch Zusammensetzung oder Trennung nicht unmöglich¹.

31) Die Elemente der Materie, die Atome, sind zu Körpern vereinigt oder es sind gewisse Mengen derselben in bestimmte Grenzen eingeschlossen. Bei diesen kann zuvörderst die Form derselben hier ganz übergangen werden, weil diese in das Gebiet der Mathematik gehört; ferner kann hier von der verschiedenen Qualität der verbundenen einfachen oder zusammengesetzten Stoffe gleichfalls die Rede nicht seyn, indem diese Untersuchung vielmehr in das Gebiet der Chemie zu verweisen ist, und es kommt daher hier nur die Art und die Ursache des Zusammenhanges dieser zu Körpern vereinten Materie in Betrachtung, worauf dann die verschiedenen sogenannten *relativen Eigenschaften* der Materie oder eigentlicher der Körper beruhen. In dieser Beziehung wird hauptsächlich

1 Die strengen Anhänger der dynamischen Theorie müssen eine Verwandlung der verschiedenen Stoffe annehmen, sofern diese insgesamt ursprünglich aus zwei Kräften bestehen. LESLIE Ann. of Phil. XIV. p. 10. dreht den Satz um und folgert aus der Verwandlung der einen Materie in eine andere die Richtigkeit der Theorie von BOSCOVICH.

ihr Aggregatzustand unterschieden, indem sie entweder fest oder tropfbar flüssig oder gasförmig sind, worüber bereits in eigenen Artikeln gehandelt worden ist¹. Auf gleiche Weise unterscheidet man ihre *Dichtigkeit*, *Elasticität*, *Härte*, *Porosität* und *Sprödigkeit*, welche gleichfalls einzeln zur Untersuchung kommen. Wenn wir aber die Materie im Allgemeinen, und insofern die verschiedenartigen Körper aus ihr gebildet werden, in nähere Betrachtung ziehn, so gelangen wir bald zu der Ueberzeugung, daß der Grund zur Bildung dieser Körper überhaupt und zur Erzeugung dieser verschiedenen Eigenschaften derselben nicht in der Materie an sich liegen kann, sofern diese bloß das Raumerfüllende ist und daher die beiden einzigen nothwendigen Eigenschaften, Ausdehnung und Undurchdringlichkeit, haben muß, sondern daß nothwendig gewisse Kräfte vorhanden seyn müssen, welche diese Vereinigung der Materie zu Körpern und die verschiedenen Eigenschaften und Veränderungen der letztern bedingen.

Wenn wir von der eben untersuchten Lebenskraft abstrahiren, welche nicht einmal ganz in das Gebiet der Physik gehört, und zugleich zugestehn, daß das Erkennen der Materie und ihrer Eigenschaften nicht *a priori* möglich, sondern durch Anschauung gegeben ist, so müssen wir die Frage zu beantworten suchen, welche *Kräfte* wir nach richtiger Erfahrung zur Erklärung der verschiedenen Erscheinungen in der Natur der Materie beizulegen haben. In dieser Beziehung ist aber unsere Kenntniß sehr mangelhaft. Als ausgemacht läßt sich zuerst annehmen, daß eine allgemeine Kraft der *Anziehung* existirt, welche wir bei allem Materiellen wahrnehmen², ohne daß wir jedoch darüber zu entscheiden vermögen, ob diese Kraft der Materie ihrem Wesen nach nothwendig eigen ist, oder ob sie als ein Hinzugekommenes zu betrachten seyn mag. Diese Frage, ebenso wie die durch eine Menge von Erscheinungen gleichfalls herbeigeführte andere, nämlich ob es eine ihr entgegengesetzte ebenso wesentliche *Abstoßungskraft* gebe³, um zu verhindern, daß nicht alle Materie in den

1 Vergl. *Festigkeit*, *Flüssigkeit* und *Gasform*.

2 Vergl. *Anziehung*.

3 Vergl. *Abstoßung*.

kleinsten Raum zur größten Dichtigkeit vereinigt werde, ist jedoch bereits untersucht worden, und es würde daher überflüssig seyn, die Untersuchung über den Conflict dieser beiden Kräfte nach der Ansicht der sogenannten Dynamiker, desgleichen die Hypothese SEEBER'S von entgegengesetzten Kräften, welche die Theile der Körper in den Zustand eines stabilen Gleichgewichts versetzen¹, hier nochmals zu wiederholen. Es ist außerdem mehrmals diejenige Hypothese erwähnt worden, welche hauptsächlich LA PLACE zur Erklärung des verschiedenen Aggregatzustandes der Körper in Aufnahme gebracht hat², nämlich daß die Wärme als das eigentliche repulsive Princip zu betrachten sey, woraus man insbesondere die den Gasarten eigenthümliche Expansion abzuleiten pflegt. Es muß hier indess, wenn auch nur nachträglich, noch bemerkt werden, daß nach einer sehr allgemein verbreiteten Ansicht der Physiker nicht bloß die Gasform eine Folge der Repulsivkraft oder einer repulsiven Wirkung der Wärme ist, sondern daß auch bei den festen und tropfbar flüssigen Körpern eine Atmosphäre von Wärme die constituirenden Atome umgiebt und mit Ueberwindung der Anziehungskraft ihre unmittelbare Berührung hindert, wobei zugleich die Richtung der Anziehung in Beziehung auf die Lage der Axen die Form der Körper, namentlich der Krystalle, bedingt. Hieraus wird dann die Ausdehnung aller Körper durch Wärme erklärlich, weswegen schon FONTANA³ die Wärme das zweite wirkende Princip in der Natur nannte. Anwendungen dieser Theorie auf eine Menge von Naturerscheinungen sind bereits erwähnt worden; dahin gehört dann auch dasjenige, was POISSON hinsichtlich des Gleichgewichts und der Bewegungen elastischer Körper und der Flüssigkeiten aus derselben folgert, indem er dabei voraussetzt, daß alle Körper aus verschwindend kleinen Moleculen mit Wärme umgeben bestehn⁴. Auch AVOGADRO⁵ hält nicht bloß die Wärme für das repulsive Princip, welches die un-

1 Vergl. *Flüssigkeit*.

2 Vergl. hauptsächlich *Gas, Wesen der Gasform, u. Flüssigkeit*. Bd. IV. S. 492.

3 Opuscules physiques et chimiques. Par. 1785. i. A.

4 Journ. de l'École polytechnique. T. XX.

5 Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino, 1824. T. XXX. u. XXXI.

mittelbare Berührung der Masse der Körper bildenden Molecüle hindert, sondern er hat sich auch bemüht, auf diese Voraussetzung allgemeine Gesetze über die Atomgewichte, die Dichtigkeiten und Ausdehnungen der verschiedenen Körper zu gründen, deren nähere Prüfung ich jedoch hier übergehe, weil sie noch zu sehr hypothetisch sind und daher schwerlich geeignet seyn werden, über das eigentliche Wesen der Materie sichere Auskunft zu geben.

Ganz neuerdings ist AMPÈRE¹ im Geiste dieser Laplace'schen Hypothese noch einen bedeutenden Schritt weiter gegangen, um das eigentliche Wesen der Materie zu erklären. Nach ihm bestehn alle Körper zunächst aus *Theilchen* (*particles*) von gleichem Aggregatzustande, als die aus ihnen gebildeten Körper. Diese Theilchen sind zusammengesetzt aus *Molecülen*, die sich nur bis zu einer gewissen bestimmten Entfernung einander nähern, indem ihr Abstand von einander bedingt wird erstlich durch das, was von den attractiven und repulsiven Kräften der Atome bis zu ihnen sich erstreckt, zweitens durch die Repulsion, welche aus der Wellenbewegung eines zwischen ihnen eingeschlossenen Aethers entspringt, und drittens durch die Anziehung, welche der Masse direct und dem Quadrate des Abstandes umgekehrt proportional ist. Sie sind eine Vereinigung von *Atomen*, die durch den Conflict der ihnen eigenthümlich zukommenden attractiven und repulsiven Kräfte zusammengehalten werden. Letztere sind jenen obern so sehr überlegen, daß diese als verhältnißmäfsig fast unmerklich erscheinen, die Atome selbst aber sind materielle, mit jenen Kräften begabte Punkte. Die Molecüle sind allezeit hart, welchem Körper sie auch angehören, von polyedrischer Gestalt, die von den Krystallographen primitive Form genannt wird. Geht ein Körper aus dem Zustande der Festigkeit in den der Flüssigkeit über, so ändert sich der Zustand des Gleichgewichts der auf die Molecülen wirkenden attractiven und repulsiven Kräfte, wird aber ein flüssiger Körper fest, so vereinigen sich mehrere einfache Molecüle zu größeren zusammengesetzten. Durch mechanische Gewalt können bloß die Theilchen getrennt werden, die Kraft, welche aus den Schwingungen der Atome entsteht, kann die zusam-

¹ Ann. Ch. Ph. T. LVIII. p. 432. Vergl. Bibl. univ. T. XLIX. p. 225.

mengesetzten Molecüle in einfachere zerlegen, wie sie in tropfbaren und gasförmigen Flüssigkeiten vorhanden sind, und bloß chemische Kräfte können diese letztern noch weiter trennen. Wenn z. B. bei der Verpuffung von zwei Volumen Wasserstoffgas und einem Volumen Sauerstoffgas zwei Volumen Wasserdampf (unter gleichem Drucke und bei gleicher Temperatur) entstehen, so wird jedes Molecül Sauerstoff in zwei Theile getheilt und die Atome jeder dieser Hälften mit einem Molecül Wasserstoff verbunden, um ein Molecül Wasser zu bilden. Dieses Verhalten folgt aus einem von AMPÈRE gleichfalls aufgestellten Principe, daß in gleichen Volumens irgend einer Gasart oder eines Dampfes bei gleichem Drucke und gleicher Temperatur eine gleiche Zahl Molecüle enthalten sind. Die Atome müssen untheilbar seyn, denn obgleich der Raum unendlich theilbar ist, so würde doch bei den Atomen jede fernere Theilung in die Zwischenräume zwischen ihnen fallen.

Was AMPÈRE noch weiter hinzusetzt über die Vibrationen der Atome und Molecüle, bezieht sich zunächst auf die Erklärung der Phänomene des Lichts und der Wärme, die von den Vibrationen der Atome herrühren, wie der Schall durch die der Molecüle erzeugt wird; zu bemerken ist hierbei jedoch, daß die Atome in steten Vibrationen seyn sollen, ohne sich jedoch von den Molecülen zu entfernen, denen sie angehören. Hierbei wird aber die Existenz eines stabilen Gleichgewichts zwischen den attractiven und repulsiven Kräften vorausgesetzt, und es muß zugleich die repulsive Kraft schneller zu- und abnehmen, wenn die Entfernung sich verändert, als die attractive Kraft. Beide Kräfte lassen sich auch auf eine einzige zurückbringen, wenn man im mathematischen Ausdrucke derselben die entgegengesetzten Zeichen annimmt. Hiernach berührt diese Theorie auch die berühmte Streitfrage, ob es außer der Newton'schen Attraction noch eine solche giebt, die andern Gesetzen, als denen der Masse und des umgekehrten quadratischen Verhältnisses des Abstandes unterliegt. Zu dem, was hierüber bereits im Art. *Anziehung* gesagt worden ist, verdient noch nachträglich eine ausführliche Untersuchung dieser Aufgabe erwähnt zu werden, die BELLI in zwei Abhandlungen, einer ersten kürzern und einer zweiten ausführlicheren¹,

1 Riflessioni sulla Legge dell' Attrazione molecolare del Dre.

bekannt gemacht hat, worin er mit Anwendung des höhern Calcüls nachweist, daß die Newton'sche Attraction zur Erklärung der Molecular-Anziehung, wie sie sich namentlich in den Phänomenen der Cohäsion zeigt, nicht genüge. Dieses Resultat läßt sich auf eine einfache Weise anschaulich machen, wenn man überlegt, daß die geometrische Demonstration dieser Kraft allezeit bloß auf die Aeufserungen der Schwere führen muß, wovon das Gesetz selbst entlehnt ist, nicht wohl aber andere, hiervon verschiedene Phänomene erklären kann. AMPÈRE's Ansichten hierüber stehn mit denen im Einklange, die wir bei mehrern der bedeutendsten, namentlich französischen Geometer finden, mit dem Unterschiede, daß er die Molecüle, welche sonst als Elementartheilchen angesehen werden, aus den noch kleinern Atomen zusammengesetzt annimmt und hierdurch sich etwas weiter von LAPLACE's bekannter Hypothese, aber allerdings auf eine sehr sinnreiche und ansprechende Weise, entfernt. Die Hauptschwierigkeit besteht eigentlich darin, ein solches Verhalten der Molecularkräfte oder der den einfachen und untheilbaren Molecülen eigenthümlich inwohnenden Attractions- und Repulsionskraft aufzufinden, vermöge dessen ihre völlige Berührung wegen der mit der Annäherung bedeutend wachsenden Repulsion unmöglich wird, während die Attraction eine Trennung bei geringem Abstände hindert, ohne jedoch über eine gewisse Grenze hinaus sich noch wirksam zu zeigen, und wobei noch außerdem beide sich entgegenwirkende Kräfte für einen gewissen Abstand in ein stabiles Gleichgewicht kommen, welches zugleich durch den Einfluß der Wärme modificirt wird. POISSON hat schon früher¹ für diesen Conflict der Molecularkräfte einen analytischen Ausdruck aufzufinden versucht, ohne daß es ihm jedoch gelungen ist, alle verschiedene Erscheinungen hieraus nachzuweisen, außerdem aber hat er sich wiederholt über das Wesen der Materie und der aus ihr zusammengesetzten Körper erklärt. Hiernach² bestehen alle wägbare Körper aus verschwindend kleinen Molecülen, mit denen eine gewisse Quantität unwägbarer, aber ma-

GIUS. BELLI. Padova 1832. 4. *Riflessioni sulla Legge dell' Attrazione molecolare.* Memoria del Dre. GIUS. BELLI cet. Milano 1833. 4.

1 *Mém. de l'Acad.* T. VIII. p. 369.

2 *Ann. Ch. Phys.* T. XLII. p. 145.

terieller Wärme durch Anziehung verbunden ist, neben gleichzeitig vorhandener elektrischer und magnetischer Materie, von deren Vorhandenseyn jedoch bei der Betrachtung des Verhaltens der Körper im Allgemeinen abstrahirt werden kann, so lange beide Potenzen sich im gebundenen oder neutralen Zustande befinden. Der Wärmestoff ist in sehr kleiner Menge in den Zwischenräumen der Molecüle enthalten, in desto gröfserer haftet er an letztern selbst, weswegen alle seine Wirkungen von diesen unmittelbar auszugehen scheinen. Die Molecüle haben blofs Anziehungskraft gegen einander und gegen den Wärmestoff, letzterer aber übt Repulsion gegen sich selbst aus, und beide Kräfte nehmen mit der Entfernung der Molecüle von einander so schnell ab, dafs sie bei einer merklichen ganz unmerklich werden; jedoch sind die Molecüle so klein, dafs der Abstand, bei welchem eine Abnahme der Kräfte beginnt, jederzeit ein Multiplum dieses Durchmessers ist, und also eine unzählbare Menge solcher Molecüle gleichzeitig im Conflict der jedem einzelnen zugehörigen Kräfte sich befinden. Beide Kräfte befolgen nicht gleiche Gesetze ihrer durch den Abstand bedingten Stärke, jedoch giebt es jederzeit eine gewisse Entfernung derselben, für welche ein stabiles Gleichgewicht derselben eintritt. Auf welche Weise hiernach der verschiedene Aggregatzustand der Körper, je nachdem sie fest oder sowohl tropfbar als auch elastisch flüssig sind, erklärbar werde, ist bereits am gehörigen Orte gezeigt worden¹. Auch CAUCHY² ist Anhänger dieser Theorie, die mehrfache wichtige Anwendungen gestattet. Beim Zustande der *Festigkeit* wirken alle Molecüle attractiv auf einander, bei *tropfbar flüssigen* Körpern verschwindet die Wirkung der von den einander zunächstliegenden Theilchen ausgehenden Anziehung gegen die der entfernten, im gasförmigen Zustande sind die Theilchen so weit von einander, dafs die Wirkung der Attractivkraft gegen die der Wärme unmerklich wird und ganz vernachlässigt werden kann. Nach FECHNER scheint die Vorstellung vom Zustande der tropfbaren Flüssigkeit am wenigsten sachgemäfs, auch ist in der That auf den ersten Blick nicht wohl begreiflich, wie eine Kraft auf ein entferntes Molecül sich wirksam zeigen soll, ohne auf ein näher liegendes

1 S. *Festigkeit, Flüssigkeit und Gas, Wesen der Gasform.*

2 Bulletin des Sc. math. XI. 413. XII. 224.

mit gröfserer Intensität zu wirken. In der That wäre dieses für sich allein und ohne Weiteres ganz unmöglich, allein FECHNER bemerkt zugleich ganz richtig, dafs nicht blofs die Attraction, sondern zugleich die der Wärme eigenthümliche Repulsion zu berücksichtigen sey. Denkt man sich demnach, um dieses näher zu erläutern, dafs die Repulsion der Wärme, übereinstimmend mit Poisson's Ansicht, mit zunehmender Entfernung in einem stärkern Verhältnisse abnimmt, als die Molecularattraction, so läfst sich allerdings ein Abstand zweier Molecüle denken, bei welchem die Attraction beider gegen einander durch die überwiegende Repulsion der Wärme verschwindet, obgleich die auf ein entfernteres Molecül ausgeübte, wo die schneller abnehmende Wärmerepulsion bedeutend vermindert worden ist, noch immer merkbar bleibt. Wollte man hieraus folgern, dafs demnach der Zustand der Festigkeit gar nicht statt finden könne, weil in diesem die Molecüle einander noch näher kommen müssen, so läfst sich dieser Einwurf leicht beseitigen, weil flüssige Körper nur durch Entziehung der Wärme, also unter der Bedingung einer bedeutenden Verminderung der Repulsionskraft, fest werden. Nimmt man für dieses Gesetz den analytischen Ausdruck

$$\frac{1}{k r e^m},$$

worin k und e Constanten (e gröfser als 1), r den Abstand zweier Molecüle und m eine beliebige grofse Zahl bedeuten, so verschwindet diese Function für $r=0$ und $r=\infty$, wird aber für $r = \frac{1}{m^2}$ zum Maximum.

So scharfsinnig dieses übrigens ersonnen ist und so vielen Aufschluß man daraus zur Erklärung vielfacher Erscheinungen in der Körperwelt entnehmen kann, so ist damit doch keineswegs eine anschauliche Vorstellung über das Wesen der Materie und die eigenthümliche Beschaffenheit der Wärme, insofern sie entweder repulsives Princip selbst oder mit diesem begabt seyn mufs, gegeben, und die Lösung dieser Fragen wird den angestrengten Bemühungen der Naturphilosophen noch lange unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellen.

M.

M a t h e m a t i k.

Größenlehre; *Mathesis*; les Mathématiques; *Mathematics*; ist die Wissenschaft, welche Größen vergleichen, aus gegebenen Größen andre nach gegebenen Bedingungen bestimmen lehrt u. s. w. Der Name Mathematik hat keine unmittelbare Beziehung auf diesen bestimmten Gegenstand, sondern *μάθησις*, *μάθημα* bezeichnet überhaupt Kenntniss, Wissenschaft; indess sind unter *μαθήματα* schon bei den Alten vorzüglich die jetzt sogenannten mathematischen Wissenschaften verstanden worden.

Wenn man bloß bei den allgemeinen Untersuchungen über Größen stehen bleibt, wie die *reine Mathematik* (*mathesis pura*) es thut, und nicht Anwendung auf Erfahrungsgegenstände macht, so giebt es nur zwei Arten von Größen, diejenigen nämlich, die man als eine Anzahl einzelner Theile betrachtet oder bei denen man bloß auf die Zahl der Theile sieht, und diejenigen, bei deren Betrachtung von der Lage, von räumlicher Bestimmung, die Rede ist; eine Größe der ersten Art, wo man die Theile bloß als zusammengenommen betrachtet (*quantum discretum*), giebt uns bloß Gelegenheit zum Rechnen; eine Größe der zweiten Art, eine räumliche Größe, deren Theile wir daher als in einer bestimmten Ordnung im Raume zusammenhängend uns vorstellen (*quantum continuum*), ist der Ausmessung fähig; indess gebraucht man das Wort *messen* auch wohl von der Vergleichung der Zahlen oder anderer Größen unter einander. Die hierher gehörigen Untersuchungen nennt man *reine Mathematik*, weil sie frei von aller Erfahrung sich als im Verstande selbst gegeben darstellen und ihre Schlüsse sich als nothwendig an einander anknüpfen. In der Geometrie scheinen zwar die vor Augen gelegten Figuren ein Erfahrungshülfsmittel zu seyn, aber selbst der Schüler in der Geometrie überzeugt sich leicht, daß es nicht eines streng richtig gezeichneten gleichseitigen Dreiecks bedarf, um den Satz zu beweisen, daß das gleichseitige Dreieck drei gleiche Winkel hat, sondern daß es sich gewiß so finden müsse, wenn das Dreieck wirklich gleichseitig gezeichnet würde.

Sieht man bloß auf die Menge der in einer GröÙe enthaltenen gleichen Theile, wobei man von dem Grundbegriffe der Einheit und Vielheit ausgeht, so lehrt zuerst die *Arithmetik* aus gegebenen Zahlen andere Zahlen herleiten, die als Summe, Unterschied, Vielfaches, Theile u. s. w. aus jenen entspringen. Sie unterscheidet sich von der *Algebra* dadurch, daß sie durch Rechnen mit bekannten Zahlen unbekannte Zahlen finden lehrt, ohne daß man schon während des Rechnens selbst die unbekannte Zahl ins Auge zu fassen, sie mit in der Rechnung zu erwähnen nöthig hätte; bei algebraischen Aufgaben hingegen können wir nicht vermeiden, schon im Laufe der Rechnung an die unbekannte GröÙe zu denken, sie in der Rechnung einen Platz einnehmen zu lassen. Dieses hat zuerst zur Buchstabenrechnung geführt, indem man es bequem fand, die unbekannte Zahl durch ein Zeichen, durch einen Buchstaben anzudeuten. Die Buchstabenrechnung gewährt aber selbst in ihrer einfachsten Anwendung schon auch den Vortheil, allgemeine arithmetische Lehrsätze zu finden und Rechnungsregeln die in Worten umständlich seyn würden, in Zeichen einfach darzustellen und ihre völlige Allgemeinheit zu zeigen, und so wird sie die Grundlage der allgemeinen GröÙenlehre.

Die Aufgaben der *Algebra* führen auf Gleichungen und die Auflösung der Gleichungen ist daher immer als Hauptgegenstand der *Algebra* angesehen worden. Als ein sich an die *Algebra* anknüpfender Theil der allgemeinen GröÙenlehre, welche die GröÙen nicht in ihrer räumlichen Verbindung betrachtet, ist die bei den neuern Mathematikern sogenannte *Analysis* anzusehn. Sie lehrt zunächst die mannigfaltigen Entwicklungen kennen, welche die Potenzen mehrtheiliger GröÙen, die ExponentialgröÙen u. s. w. darbieten; insbesondere aber giebt sie in der höhern *Analysis* an, wie die veränderlichen Werthe einer GröÙe, die von einer oder mehreren andern abhängt, aus den letztern bestimmt werden. Die Untersuchung, wie hier die Aenderung der letztern GröÙen zur Kenntniß der Aenderungen jener erstern, die eine Function der letztern heißt, führen und wie man umgekehrt aus dem gegebenen Gesetze der Aenderungen einer Function auf die Form dieser Function selbst zurückschließen, sie bestimmen kann, macht den Gegenstand der *Differential- und Integralrechnung* aus.

Der zweite Theil der reinen Mathematik umfaßt die *Geometrie*, welche von der Vergleichung räumlicher Größen handelt. Dafs die ebene Geometrie von Vergleichung solcher Größen handelt, die ganz in einer Ebene liegen, die körperliche Geometrie oder *Stereometrie* dagegen von solchen, bei denen alle drei Abmessungen des Raums in Betrachtung kommen, ist bekannt, und davon so wenig, als von der Reihenfolge der gleichsam einer zum andern hinleitenden Sätze will ich hier reden. Aber von den verschiedenen Methoden muß ich doch etwas sagen.

Die einfachsten Sätze werden allemal nach der Methode, welche man die *synthetische* nennt, vorgetragen, deren Charakter man wohl so andeuten kann, dafs in einer Figur die gleichen oder ähnlichen Theile aufgesucht und durch ihre Vergleichung oder Verbindung neue Sätze aufgesucht und als richtig bewiesen werden. (Man darf nur an den Euklidischen Beweis des Pythagorischen Lehrsatzes denken.) *Geometrische Analysis* nennt man es dagegen, wenn man die Regeln einer verlangten Construction aus einer Figur, welche das Gesuchte schon auf allgemeine Weise darstellt, herleitet und also das Gegebene und das Gesuchte gleich vom Anfang an in die Betrachtung zieht. Ein Beispiel wird dieses erläutern. Es werde verlangt, ein Dreieck zu zeichnen, dessen einer Winkel $= a$, die Summe der beiden anliegenden Seiten $= AB$, die Differenz derselben Seiten $= CD$ seyn soll, so ist es am vortheilhaftesten, ein ganz willkürliches Dreieck LMN zu zeichnen, welches das verlangte nur obenhin vorstellen soll. Man verlängert NL um $LP = LM$, damit PN gleich der Summe zweier Seiten sey, man nimmt $LQ = LM$, damit NQ die Differenz beider Seiten sey, und da man nun überlegt, dafs P, M, Q auf einem um L gezogenen Kreise liegen und dafs $MPL = \frac{1}{2} MLQ$, so hat man an ein willkürliches Dreieck LMN eine Construction geknüpft, welche die Summe, den Unterschied und den Winkel fast so enthält, wie die Aufgabe fordert, und welche daher nur umgekehrt werden darf, um jene Aufgabe aufzulösen. Die Auflösung heifst so: Man zeichnet $pn = AB$ als gegebene Summe, trägt von n aus die Gröfse $nq = CD$ als gegebenen Unterschied auf, zeichnet $npm = \frac{1}{2} a$, halbt pq in l , macht l zum Mittelpunkte eines Kreises, dessen Durchschnittspunct m mit dem Schenkel des

Fig.
243.

Fig.
244.

Winkels sich nun ergibt; dann sind l, m, n die drei Eckpunkte des gesuchten Dreiecks. Man ist also durch Betrachtung eines mit dem gesuchten weder durch Gleichheit noch Aehnlichkeit verbundenen Dreiecks zur Construction des gesuchten geleitet worden; freilich nicht ganz durch Analysis, sondern zum Theil durch Synthesis, aber doch vorzüglich dadurch, daß man Eigenschaften, die ein jedes Dreieck besitzt und die mit den Forderungen der Aufgabe in Beziehung stehn, aufsuchte, welches eine analytische Behandlungsart ist.

Diese beiden Methoden, die eigentlich sogenannte synthetische und die der geometrischen Analysis, sind rein geometrisch; aber die Geometrie gestattet auch eine Behandlung, die ganz die arithmetische Form annimmt. Offenbar läßt sich, wenn a, b, h die drei Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks bezeichnen, der Pythagorische Lehrsatz in Form einer Gleichung darstellen: $a^2 + b^2 = h^2$, wenn wir uns die Seiten in gleiche Theile getheilt denken und mit der Anzahl dieser Theile rechnen; daraus aber folgt $a^2 = h^2 - b^2 = (h+b)(h-b)$ oder $(h+b) : a = a : (h-b)$, so daß rechnend ein ganz neuer Satz gefunden worden ist: die eine Kathete ist die mittlere Proportionallinie zwischen Summe und Differenz der Hypotenuse und andern Kathete.

Diese Anwendung der arithmetischen Methode auf die Geometrie, deren Vortheile schon die Trigonometrie kennen lehrt, führt aber weiter, indem die eigentlich sogenannte *analytische Geometrie* uns bei der Kenntniß der Eigenschaften krummer Linien unglaublich zu Hülfe kommt; sie lehrt uns theils in einer ganz rechnenden Darstellung, in algebraischen Formeln, die auf geometrische Betrachtungen gebaut sind, die Eigenschaften der Curven, der krummen Flächen u. s. w. so lesen, als ob wir sie mit Augen sähn, und leistet dieses selbst da, wo Zeichnung und Construction unüberwindlich schwierig würden, theils aber dient sie uns auch umgekehrt, rein analytische Sätze leichter zu übersehn, indem wir sie auf geometrische Bestimmungen übertragen. Es ist nämlich leicht einzusehn, daß sich alle Werthe einer Function y , die von x abhängt, als Ordinaten einer Curve darstellen lassen, so daß diese Curve ein Bild der Function y , als alle ihre Werthe zugleich vor Augen legend, giebt; dadurch aber wird es

dann möglich, rein analytische Sätze in geometrischer Form aufzufassen¹.

Wie viel umfassend, ja wie unerreichlich der Umfang dieser reinen mathematischen Untersuchungen ist, läßt sich hier nicht nachweisen und die bisherigen Andeutungen müssen daher genügen. Von der Anwendung der Mathematik aber muß ich noch etwas anführen.

Man unterscheidet gewöhnlich drei Hauptzweige der *angewandten Mathematik* (*mathesis applicata*), die Anwendung nämlich auf Gleichgewicht und Bewegung, auf die Erscheinungen des Lichts und auf die Erscheinungen der Himmelskörper; aber in wissenschaftlicher Hinsicht haben diese verschiedenen Anwendungen einen sehr ungleichen Rang. Die Lehren vom Gleichgewichte und der Bewegung, die *Statik* nämlich, die *Mechanik*, *Hydrostatik* und *Hydrodynamik*, beruhen, obgleich sie sich auf die Geometrie, Arithmetik und Analysis stützen, doch auf eigenthümlichen Grundsätzen und lassen sich, mit Voraussetzung einiger wenigen Erfahrungen, so consequent durchführen, daß sie fast eben die mathematische Strenge und Evidenz gestatten, wie die Lehren der Geometrie. Die Lehre vom Lichte (*Optik*) und die von der Bewegung der Himmelskörper (*Astronomie*) hat einen so reinen und eigenthümlichen theoretischen Theil nicht, sondern beide geben zwar zu den mannigfaltigsten Anwendungen der rein mathematischen Lehren und der Mechanik Anlaß, aber doch nur zu solchen Anwendungen, die keine neuen Grundprincipien darbieten. Mit demselben Rechte, wie Optik und Astronomie, wird man vermuthlich bald auch die Lehre von der Wärme, der Elektricität und dem Magnetismus als Zweige der angewandten Mathematik ansehen dürfen, da FOURIER, AMPÈRE, POISSON, MURPHY und Andere schon sehr bedeutende Beiträge zu einer mathematischen Betrachtung dieser Lehren geliefert haben.

¹ Ich darf nur an die schwierige Lehre von den *besondern Auflösungen* der hierzu geeigneten Differentialgleichungen erinnern, die durch Betrachtung der *Grenzcurven* in hohem Grade verdeutlicht wird. Es sey mir erlaubt hinzuzufügen, daß vorzüglich der zweite Theil meiner höhern Geometrie und ebenso MOSCÆ applicat. de l'anal. à la Géom. den Zweck hat, die schwierigen analytischen Lehren durch geometrische Darstellung zu verdeutlichen.

Als Anwendungen der Mathematik in technischer Beziehung kann man acht verschiedene Abtheilungen angeben. 1) Die *praktische Arithmetik*, wo nämlich die allgemeinen Lehren der Arithmetik auf die besondern Gegenstände angewandt werden, welche der Handel, die Finanzwissenschaft, die Forstwissenschaft, die rechtliche Auseinandersetzung von Geldansprüchen aller Art, die Landwirthschaft, ja selbst die Chemie darbieten. 2) Die *praktische Geometrie*, die das Ausmessen und Darstellen von Theilen der Erdoberfläche zum Gegenstande hat. Zu ihr gehören auch die *Markscheidekunst* oder die Bestimmung der Lage der in den Bergwerken vorkommenden ausgearbeiteten Schachte und Stollen, sowie der Metall haltenden Gänge u. s. w., ferner die Kunst des Nivellirens oder Wasserwägens. 3) Die *praktische Mechanik* oder *Maschinenlehre*, eine Wissenschaft, die wegen so vieler von ganz speciellen Umständen abhängenden Verschiedenheiten bei weitem nicht die Sicherheit gestattet, wie die beiden vorigen. Indefs lehrt sie die Wirkungsart der verschiedenartigen und auf verschiedene Weise angebrachten Kräfte beurtheilen, die Wirkung einer Maschine bestimmen, ihre vortheilhafteste Einrichtung angeben u. s. w. 4) Als von ihr getrennt muß man die *Hydraulik*, nämlich denjenigen Theil der praktischen Lehre von der Bewegung flüssiger Körper betrachten, der bloß die aus Gefäßen ausfließende, in Röhren fortfließende Wassermenge und ähnliche Gegenstände betrifft. 5) Die *Baukunst*, gewöhnlich *bürgerliche Baukunst* genannt, welche die Einrichtung und den Bau von Wohnhäusern und andern Gebäuden zum Gegenstande hat, macht freilich vielfachen Gebrauch von mathematischen Bestimmungen, indem theils Eintheilung und Zeichnung, theils Berechnung der Festigkeit und angemessene Anwendung von Maschinen mathematische Kenntnisse erfordern, indess kann man sie so wenig, als die folgenden, eigentlich mathematische Wissenschaften nennen. 6) Die *Wasserbaukunst*, die von der Anlegung der Häfen und Canäle, vom Schutze gegen die nachtheiligen Einwirkungen der Ströme und des Meeres auf die Ufer handelt, und ebenso die *Straßenbaukunst* fordern gleichfalls mathematische Kenntnisse. 7) Ebendieses gilt von den *Kriegswissenschaften*, unter denen besonders die *Artillerie* schwierige mathematische Aufgaben, z. B. die Bestimmung der Kugelbahn in der Luft, zu beantworten hat.

8) Endlich bedürfen die zum *Seewesen* gehörenden Wissenschaften ganz vorzüglich der Leitung der Mathematik, indem der Bau der Schiffe von der hydrostatischen Untersuchung über das Gleichgewicht der schwimmenden Körper und über den Widerstand bewegter Körper im Wasser abhängt, die Bestimmung des Laufes des Schiffes und seines jedesmaligen Ortes astronomische Kenntnisse fordert u. s. w.

Die Mathematik zeichnet sich, sofern sie von Erfahrungen unabhängig ist, durch eine vollkommene Gewissheit und durch eine, jedem gesunden Verstande deutlich zu machende Evidenz vor allen Wissenschaften aus, und obgleich in der Anwendung auf die Natur sehr oft Hypothesen zum Grunde gelegt werden müssen, so gewährt doch auch da die strenge Consequenz ihrer Schlüsse eine genaue Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen. Was zuerst die reine Mathematik betrifft, so liegen die Grundbegriffe von Vielheit und Verhältniß, von Raum und Lage so in unserm eignen Geiste, daß die Sätze der Arithmetik und Geometrie uns nur als eine Entwickelung dessen, was wir als gar keine Einwürfe zulassend erkennen, erscheinen. Die Lehren der Arithmetik und der daran sich anschließenden Algebra, Analysis und höheren Analysis lassen sich so vortragen, daß sie als eine ganz natürliche Reihenfolge, wo jede neue Frage sich an die schon beantwortete anschließt und jede neue Frage ihre Beantwortung schon in den vorigen findet, sich darstellen. In der Geometrie läßt sich ebenfalls die Art, wie ein Satz sich an den andern anschließt, wie der eine zu dem Bedürfnis führt, die Untersuchung so fortzusetzen, daß der nächste Satz hervorgeht, nachweisen, und wenn man so verfährt, so findet man selbst im Fortgange zu den verwickeltsten Sätzen jederzeit nur eine aus genauerer und immer genauerer Betrachtung ganz bekannter und sicher begründeter Kenntnisse hervorgegangene nothwendige Schlussreihe.

Es ist zwar wahr, daß auch in der reinen Mathematik sich zuweilen Irrthümer eingeschlichen haben, aber dieses doch nur durch Unaufmerksamkeit, indem man entweder wirklich einen Fehler in den Schlussfolgen gemacht und diesen auch später nicht aufgefunden hatte, oder indem man Schlüssen eine größere Allgemeinheit beilegte, als man ihnen hätte

beilegen sollen¹. Dafs diese Irrthümer fast immer nur als blofse Uebereilungen anzusehn sind, zeigt die bei Entdeckung des Irrthums fast allemal sehr bald entschiedene Gewifsheit für oder gegen die aufgestellte Behauptung. Dagegen sind aber allerdings die Lehren der angewandten Mathematik eher der Möglichkeit des Irrthums und einer schwer zu entscheidenden Unsicherheit unterworfen, und dieses hat sogar manche sonst scharfsinnige Physiker zu der Meinung verleitet, dafs die Zurückführung der Naturerscheinungen auf mathematische Betrachtung keineswegs so sehr zu empfehlen sey. Diese Meinung zu vertheidigen hat man angeführt, theils dafs die mathematischen Bestimmungen sich doch in den Anwendungen auf die Natur fast immer auf Hypothesen gründen, theils dafs eine anscheinende Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Formeln nicht immer einen Beweis für die Richtigkeit der Theorie gebe und die unrichtige Theorie leicht in der scheinbaren Sicherheit mathematischer Bestimmungen eine Stütze und ein Uebergewicht über die wahre Theorie finden könne. Diese Einwürfe, wenn gleich meistens nur von Männern herkommend, die mit der Mathematik nicht sehr vertraut waren, sind allerdings nicht ganz ohne Grund, aber doch keineswegs wichtig genug, um den Nutzen der mathematischen Naturforschung in ein ungünstiges Licht zu stellen, wie ich durch die folgenden Betrachtungen zu zeigen hoffe.

Was zuerst die Nothwendigkeit betrifft, der mathematischen Behandlung eine Hypothese als anscheinend willkürliche Grundlage zu geben, so ist diese Nothwendigkeit fast bei jeder Art der Naturforschung vorhanden, indem wir zuerst von der Vermuthung oder Hypothese, dafs die eine Erscheinung die Ursache der andern enthalte, ausgehn und durch Prüfung dieser Vermuthung den wahren Zusammenhang der Erscheinungen erforschen müssen. Diese Prüfung aber findet mit Hülfe mathematischer Regeln offenbar am bestimmtesten statt. Es ist nämlich erstlich eine unbestimmte Hypothese an sich schon unfähig, eine Grundlage mathematischer Untersuchung abzugeben, und daher mufs der Mathematiker gewifs sich genau fragen, welches die Grundbedingungen seiner Rech-

¹ z. B. Sätze, die von Potenzen mit ganzen Exponenten unbedenklich richtig sind, auch für Bruch-Exponenten als gültig ansah.

nung seyn sollen; oberflächliche Vergleichen, Erklärungen, die uns ein bloßes Wort statt eines klaren Begriffes geben, zeigen sich sogleich in ihrer Nichtigkeit, sobald man sie in mathematischer Beziehung gebrauchen will. Es ist zum Beispiel in ältern Büchern oft davon die Rede, daß der Mond durch seinen Druck die Fluth hervorbringe, und so lange man sich mit Worten begnügt, läßt sich gar nicht übel glaublich machen, daß dieser Druck auf die Mitte des Oceans das Wasser an die Küsten dränge u. s. w.; aber wenn der Mathematiker hieran eine Rechnung zu knüpfen unternimmt, so fragt er, ob denn ein ähnlicher Druck auch auf die festen Theile der Erde statt finde, ob denn nicht ein solcher auf die ganze Erde ausgeübter Druck die Bewegung der Erde in ihrer Bahn ändern müsse, ferner ob denn die Zeit der Erscheinungen der Fluth mit dieser Voraussetzung übereinstimme u. s. w., und er überzeugt sich dann bald, daß er diese Hypothese gar nicht zu einer mathematischen Grundlage der Theorie der Fluth gebrauchen könne, statt daß die anziehende Kraft des Mondes alle Data zu einer Rechnung liefert und die Erscheinungen durch sie sich sehr glücklich erklären. Ein andres Beispiel kann Newton's Theorie der Farbenzerstreuung geben. Er begnügte sich nicht, obenhin zu sagen, es bilden sich bei der Brechung rothe und blaue Ränder, sondern er nahm die Hypothese einer für jeden Farbenstrahl der Größe nach verschiedenen, aber gleichen Gesetzen folgenden Brechung an, und wenn dann das Gesetz der Brechung, daß das Verhältniß für die Sinus des Einfallswinkels und des gebrochenen Winkels constant sey, für jeden einzelnen Strahl statt fand, so ließen sich hierauf genau zu berechnende Folgerungen gründen, an welche gar nicht zu denken wäre, wenn man etwa in unmathematischen Worten dem rothen Lichte eine mindere Geneigtheit, den geraden Weg zu verlassen, beigelegt hätte.

Die Prüfung einer Hypothese wird aber auch zweitens darum durch mathematische Rechnung am besten ausgeführt, weil man sich in den auf sie gebauten streng mathematischen Folgerungen vollkommen gegen alle Trugschlüsse sichern kann, und dabei ist es denn auch unmöglich, durch ein vages Hin- und Herreden die Resultate der Beobachtung als der Grundhypothese entsprechend darzustellen, wenn sie es in der That

nicht sind. Ja die mathematische Betrachtung gewährt drittens den Vortheil, die der Hypothese entsprechenden Erfolge nach Zahl und Maß anzugeben und so zu entscheiden, ob die Hypothese sich an die Reihe der Beobachtungen ganz genau anschließt, oder ob sie eine ganz andere Folge von Werthen bei veränderten Umständen giebt, oder ob die beobachteten Werthe zwar das angenommene Gesetz in gewissen Fällen befolgen, aber doch in andern Fällen regelmäßige Abweichungen darbieten. Im letztern Falle geben die Vergleichen dann eine Veranlassung, um die Nebenumstände aufzusuchen, die eine Abweichung von der Theorie zur Folge haben, und oft selbst die mit einwirkenden Kräfte schon in dem Gange ihrer Wirkungen kennen zu lernen. Die Vergleichung der Bewegung der Himmelskörper, z. B. des Mondes, hat viele Beispiele von diesem nicht vollkommenen Zusammentreffen der Erfahrung mit der Theorie gegeben, und die Beobachter haben sich oft geraume Zeit begnügen müssen, nur das Gesetz der Abweichungen, welche zwischen der Theorie und der Erfahrung statt fanden, aufzufassen; aber bis jetzt hat noch fast immer sich gezeigt, daß auch die Theorie, hier nämlich die Theorie der allgemeinen Gravitation, jene Abweichungen rechtfertige, indem diese nur von einer noch nicht mit in Betrachtung gezogenen Einwirkung (eines minder bedeutend scheinenden, benachbarten Planeten zum Beispiel) abhingen. Und wo auch, wie z. B. bei der Bewegung des Encke'schen Kometen, eine noch unerklärte Correction nöthig bleibt, wo wir daher eine fremde Einwirkung (hier wahrscheinlich den Widerstand des Aethers) zugestehn müssen, da zeigt doch gewöhnlich die Vergleichung zwischen Rechnung und Beobachtung, ob man diese Abweichung nur einem Nebenumstande zuzuschreiben habe, oder die ganze Hypothese als unrichtig aufgeben müsse. Im schönsten Lichte zeigt sich aber viertens die mathematische Prüfung einer Theorie da, wo es ihr gelingt, noch nicht wahrgenommene Umstände als nothwendige Folgerungen aus der Theorie vorauszusagen und wo diese sich, wenn man seine Aufmerksamkeit auf sie richtet, bestätigt und selbst in genauen Zahlenbestimmungen richtig finden.

Durch solche Uebereinstimmungen gelangen wir sehr oft zu der Ueberzeugung, daß die Hypothese, als überall be-

währt befunden, die richtige sey; aber dennoch ist der Einwurf, daß eine Hypothese einer großen Reihe von Erscheinungen entsprechen und dennoch unrichtig seyn könne, nicht ganz ungegründet. Die Tychonische Hypothese über die Anordnung des Planetensystems, daß nämlich die Erde ruhe, der Mond und die Sonne Bahnen um dieselbe durchlaufen, die sämtlichen Planeten und Kometen aber Bahnen um die Sonne beschreiben und daß die Sonne bei ihrem Umlaufe um die Erde alle diese Bahnen und die auf ihnen bewegten Körper mit sich fortführt, ist gewiß irrig, aber sie entspricht beinahe allen Erscheinungen, und wenn man die Aberration des Lichts nicht kannte, welche geradezu auf eine Bewegung der Erde hindeutet, und das dritte Kepler'sche Gesetz (daß sich die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Cubi der Entfernungen verhalten) nebst den Newton'schen Attractions-gesetzen unbekannt geblieben wären, so könnte man diese Hypothese allerdings mit vielen Gründen vertheidigen. Ein eben-solches Beispiel für die Uebereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung geben die beiden Theorieen des Lichts, die beide sich an sehr zahlreiche Erfahrungen anschließen und dennoch nicht beide richtig seyn können. Die Betrachtung solcher Beispiele ist allerdings geeignet, gegen eine allzu sichere Behauptung, daß wir die Wahrheit ganz gewiß erkannt und durch mathematische Schlüsse bestätigt haben, etwas mißtrauisch zu machen, aber sie erschüttert die Behauptung nicht, daß unter den uns dem Irrthum unterworfenen Menschen verliehenen Mitteln, zur Erkenntniß der Wahrheit in Beziehung auf die Naturerscheinungen zu gelangen, die Mathematik zu den vorzüglich sicheren gehört. Dem Irrthum bleiben wir fast überall möglicher Weise ausgesetzt und müssen dieses demüthig anerkennen, aber dieses ist gewiß bei der sogenannten naturphilosophischen Methode weit mehr der Fall, als bei der mathematischen. Diese zu befolgen, sie überall, wo es möglich ist, anzuwenden und mit ihrer Hülfe die Erfahrung Schritt für Schritt mit dem, was eine zum Grunde gelegte Hypothese angiebt, zu vergleichen, das ist gewiß im Allgemeinen der am meisten zu empfehlende Gang der Naturforschung, und unser jetziges Zeitalter verdankt großen Theils dieser Forschungsweise die so großen und raschen Fortschritte, deren wir uns erfreuen.

Noch ein Vorwurf mag hier erwähnt werden, den man den mathematischen Physikern gemacht hat, nämlich daß sie mit zu viel Vorliebe mathematische Formeln auch da anbringen, wo man mit leichterer Rechnung ausreicht. Dieser Vorwurf trifft nicht eigentlich diejenigen, welche zum Zwecke einer weitem Ausbildung der Naturlehre sich solcher Formeln bedienen, sondern die, welche Lehrbücher oder Bücher, die zur Verbreitung der Wissenschaft bestimmt sind, schreiben. In dieser Beziehung bietet jener Vorwurf zwei ganz entgegengesetzte Betrachtungen dar. Von der einen Seite ist es in der That sehr zu empfehlen, daß man die Lernenden gewöhne, den Gegenstand selbst immer streng im Auge zu behalten, und das geschieht oft besser bei Anwendung elementarer Methoden; von der andern Seite aber bietet die höhere Analysis auch wieder so unschätzbare Erleichterungen dar, daß man Unrecht thun würde, wenn man dem Lernenden nicht sobald als möglich dieses so wichtige Werkzeug in die Hand gäbe. Eine geschickte Verbindung beider Methoden möchte daher wohl am meisten zu empfehlen seyn, damit der Schüler weder bei seiner Fertigkeit im Rechnen und bei geschickter Anwendung bequemer Rechnungsmethoden sich gewöhne, im Rechnen den Gegenstand der Untersuchung zu vergessen, noch aus Mangel an Kenntnissen sich unnöthig abmühe, welches gewöhnlich denen begegnet, denen es an mathematischen Kenntnissen fehlt.

Ueber den Nutzen der Mathematik für die Ausbildung des Verstandes ist es wohl überflüssig, hier etwas zu sagen, da diejenigen, welche sich mit der Naturlehre beschäftigen, gewiß von diesem Nutzen überzeugt sind. Die Genauigkeit, mit welcher man bei dem Unterrichte in der Mathematik angeleitet wird, nichts, was noch ungewiß oder unbekannt ist, als gewiß und bekannt vorauszusetzen, die strenge Consequenz in den Schlüssen u. s. w. muß bei richtiger Lehrmethode auf den Schüler einen sehr wohlthätigen Einfluß haben. Dieses würde auch wohl allgemeiner anerkannt werden, wenn nicht theils die Beschränktheit mancher Philologen, die in der Grammatik der alten Sprachen, ja in einer Wortklauberei ihr Alles finden, auf manche Schule allzu unbedingten Einfluß hätte, theils aber auch Ungeschicklichkeit im mathematischen

Unterrichte den Erfolg, welchen dieser haben sollte, sehr herabsetzte.

Die *Geschichte der Mathematik* hier zu erzählen scheint mir unangemessen, da kaum die oberflächlichsten Umriss hier Platz finden könnten. Noch immer ist MONTUCLA's vortreffliches Werk das einzige, welches die Geschichte dieser Wissenschaft auf eine angemessene Weise behandelt, aber freilich die neuesten Zeiten nicht mehr umfaßt¹. Kleinere Abrisse der Geschichte der Mathematik giebt es mehrere. Für die Literatur der ganzen Mathematik leisten recht viel: Literatur der Mathematik, Natur- und Gewerbskunde mit Inbegriff der Kriegskunst und anderer Künste, seit der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts bis auf die neueste Zeit, von J. S. ERSCH. Neue fortgesetzte Ausgabe von F. W. SCHWEIGGER-SEIDEL. Leipzig, bei Brockhaus 1828. und Auserlesene mathematische Bibliothek oder alphabetisches und wissenschaftliches Verzeichniß der besten mathematischen alten und neuen bis 1820 herausgekommenen Schriften von JOH. WOLFG. MÜLLER. Nürnberg in d. Lechnerischen Buchh. 1820.

Lehrbücher der Mathematik hier anzuführen scheint mir bei der großen Zahl derselben, da selbst die bessern hier nicht alle genannt werden könnten, ohne Nutzen. KLÜGEL's von MOLLWEIDE fortgesetztes und jetzt für die reine Mathematik durch GRUNERT beendigtes mathematisches Wörterbuch in 5 Bänden, zu denen noch Supplemente von GRUNERT in 2 Bänden erschienen sind (Leipz. b. Schwickert), enthält über die wichtigsten Gegenstände der Mathematik sehr schätzenswerthe Belehrungen.

B.

¹ MONTUCLA *histoires des mathématiques*. Séc. édit. Tome I — IV.

Wiederholte den Erfolg, welchen dieser haben sollte, sehr her-

Die Geschichte der Mathematik hier zu erzählen scheint mir unangemessen, da kaum die oberflächlichsten Ereignisse hier Platz finden könnten. Noch immer ist Lagrange's Veranschli-
chen Werk das einzige, welches die Geschichte dieser Wis-
senschaft auf eine angemessene Weise behandelt, aber unglück-
licherweise ist es nicht mehr am Leben. Kleiner Abriss der
Geschichte der Mathematik giebt es mehrere. Für die letz-
tere der ganzen Mathematik letzten sechs Jahr: Lagrange
der Mathematik, Natur- und Gewerkskunde mit Inbegriff
der Kriegskunst und anderer Künste, seit der Mitte des acht-
zehnten Jahrhunderts bis auf die neueste Zeit, von L. E.
Klein. Neue fortgesetzte Ausgabe von L. W. Sommerer.
Zürich, Leipzig, bei Hugenholtz (1838) und Aachen: im
Verlage des Verlegers, oder elphinstone und wiesenschaf-
licher Verlags der besten neuverkauften alten und neuen
die 1830 herausgegebenen Schriften von J. W. W. W.
Wien. Händel in d. mathematischen Bücher 1830.

Lebender der Mathematik hier anzuführen scheint mir
bei der großen Zahl derselben, da selbst die besten hier nicht
alle genannt werden können, ohne Zweifel. Euler's von
Mathematik fortgesetzt und jetzt für die reine Mathematik
durch Gauss's wichtige Verbesserungen (Wien: in d.
Hohen, so eben noch erschienen von Gauss in 2 Bän-
den erschienen sind (Lagrange, H. Schwabach), enthält über die
wichtigen Gegenstände der Mathematik sehr sehr ausführliche
Erläuterungen.

1. Mathematik. Buch der Mathematik. 245. 246. 247.



