

Entwicklungs-Geschichte

der

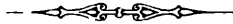
physikalischen Atomistik

von

Dr. Theodor Hoh,
Prof. d. Physik am k. Lyceum

in

Bamberg.



Die unter vorstehendem Titel zusammengefasste literarische Arbeit zerfällt in drei Abteilungen. Die erste, welche an dieser Stelle allein erscheint, während die beiden andern dem nächsten Berichte unsres Vereines vorbehalten bleiben, behandelt in einer allgemeinen und besondern Einleitung die Berechtigung wie die Grenzen des naturwissenschaftlichen Materialismus; die Stellung der Atomistik in ihm; Uebereinstimmung sowol, als Verschiedenheit der philosophischen und physikalischen Atomenlehre; endlich die wichtigsten Systeme der letztern, soweit sie nicht rein spekulative, sondern empirische Bedeutung haben; aber doch nicht eigentlich den concreten Wert bestimmter Einzelforschungen besitzen, deren Darlegung dem zweiten Teile anheimfällt. Wird sich dieser vorwiegend historisch gestalten, indem die Hauptordnung der wissenschaftlichen Ergebnisse von der Zeitfolge hergenommen ist, so soll die kritische Sichtung jener doch schon hier insofern geschehen, als das stofflich oder formell Zusammengehörige in gemeinsamem Bilde erscheint. — Der dritte Abschnitt gibt auf Grund der mitgetheilten Tatsachen, auf Grund ihres inneren Wertes, wie ihrer Wirksamkeit zur Ausbreitung und Vertiefung des wissenschaftlichen Fortschrittes, auf Grund des imponirenden Charakters widerstreitender Erfahrungen, auf Grund endlich eigener Beobachtungen und Versuche das Urtheil, ob zur Zeit der Atomismus Bedürfniss sei, ob er ganz oder teilweise aufgegeben werden müsse, und ob eine andere Lehre mit Erfolg ihn ersetzen könne. —

Erster Teil.



Naturwissenschaftliche
Stellung und Systeme

der

Atomistik.



1. Die idealen und materiellen Fragen der Naturforschung

Die Wissenschaft findet ihre Grenzen allein in der Eigentümlichkeit des Stoffes und im Wesen der Erkenntniss. Ist schon hiemit der Entwicklung und den Erfolgen Beschränkung auferlegt, so wird letztere durch die Wirklichkeit noch verschärft. Die Gesammtrichtung des öffentlichen Bewusstseins bleibt nicht ohne Einfluss auf die wissenschaftliche Tätigkeit. Diese wieder wirkt zurück auf das Leben der Einzelnen, ja selbst auf das Schicksal der Völker. Die Wissenschaft spielt eine kulturhistorische Rolle erster Ordnung. Der Wunsch, sie möge darauf verzichtend nur um ihrer selbst Willen leben, ist nicht ganz unberechtigt. Dies beweist seine zeit- und teilweise Verwirklichung. Dass er aber mit allen Folgerungen nicht stichhaltig bleibt, zeigen die riesigen Fortschritte, welche die Menschheit dem Bunde zwischen Leben und Wissenschaft verdankt. Tatsache ist, dass Beide einander weder entbehren können noch wollen. Als zweifelhafte Frage dagegen erscheint, ob in allen Stücken das Bündniss zum Heile gereicht. Unverkennbar geht in einigen Richtungen die geistige Klärung schonungslos, fast feindselig vor und begünstigt in andren eine Lebensführung, welche vielleicht der „alten guten“ Sitte widerstreitet. Indess ist einerseits das Aelteste nicht immer das Beste; anderseits führt der erbitterteste Einzelkampf leichter zur allgemeinen Versöhnung, als stumpfe Gleichgiltigkeit. Wirklichen Missbrauch, welcher allen menschlichen Unternehmungen, wie der Schatten dem Lichte, folgt, mässigen der Ernst und die Bescheidenheit, welche die ächten Pfadfinder

der Forschung zieren. — Erweiterung gründlicher Bildung an Stelle übermütiger Verflachung, Vorsicht der psychischen Folgerungen aus dem physischen Materiale sind die zwei Säulen des geistigen Weltfriedens. —

Der wissenschaftliche Stempel der jüngsten Zeit wurde ihr von der Naturforschung aufgedrückt. So blendend und bestrickend waren ihre anscheinend im Fluge errungenen Erfolge, so viel gewährend in geniessbaren Früchten, so Grosses verheissend für Enträtselung wichtiger Geheimnisse, dass die Teilnahme weitester Kreise erregt wurde. Tiefe Wellen verflachen sich mit der Ausbreitung. Nicht anders kann es auf geistigem Felde sein. Bescheidenem und nüchternem Sinne wirkt erspriesslich, wenn auch nur oberflächliche Kenntnisse aufgenommen werden. Hochfahrende und schwärmerische Naturen dagegen gefährdet die allzu freigebige Mitteilung der höchsten und tiefsten Ergebnisse von, meist noch in Schweben befindlichen, Untersuchungen. Natürlich dürfen diese deshalb weder aufgegeben noch verborgen gehalten werden. Was sich gegen jenes unvermeidliche Uebel tun lässt, ist die ernste Begründung der Kenntnisse, welche, gleich den Flammen, unvorsichtige Kinder verletzen, den Besonnenen aber zum Heile dienen. Weil indess die Erteilung gründlicher Bildung an Alle, denen die Naturwissenschaft zugänglich und erwünscht ist, unmöglich erscheint, geselle sich dem wolmeinenden Streben danach die Mässigung in den wissenschaftlichen Kundgebungen bei. — Vor allem muss zugestanden werden, dass bei vielen dem Bedürfniss und Geschmacke der Zeit dargebrachten Opfern die Naturwissenschaft keineswegs des lebenden Geschlechtes Wünsche genügend gesättigt, und dessen Erkenntnisstrieb hinlänglich befriedigt hat, um in ächtem Sinne massgebend für die geistige Atmosphäre der Gegenwart zu sein. Das Erste wäre nicht sehr wichtig; denn einmal sind manche Erwartungen unberechtigt oder übertrieben, deshalb der ruhigeren Beschränkung sicher; dann sind die einschlägigen Leistungen nicht abgeschlossen, sondern stellen vielleicht das Beste erst in Aussicht; endlich ist der praktische Nutzen nicht das entscheidende Motiv für Anerkennung geistiger Herrschaft. Tiefer greift der zweite Umstand.

Der wissenschaftliche Führer einer Epoche muss in den Grundlagen sicher, im Einzelnen der besten Leistung fähig, in den Folgerungen gleichermassen kühn wie vorsichtig sein. An den zwei ersten Forderungen liegt es nicht, wenn die Sehnsucht nach voller Klarheit über die Grundfragen des Lebens bisher ungestillt blieb. In dritter Linie aber geschah eher zu viel als zu wenig. Gerade die bewährtesten Forscher freilich ermangeln nicht der Zurückhaltung in problematischen Folgerungen und prophetischen Hypothesen — diese wirken aber selten direct auf die Menge. Sie lauscht lieber den mit wunderbarer Entschiedenheit hingestellten extremen Behauptungen, welche an dunkle Vermutungen und Wünsche anknüpfen, durch Neuheit und Grösse imponirende Perspectives öffnen, und lästige Zweifel wie unbequeme Sorgen auf den überwundenen Standpunkt des „Köhlerglaubens“ verweisen. Unter allen hier auftauchenden Fragen brachte kaum eine die öffentliche Meinung in solche Erregung, wirkte keine so befreiend von Vorurteilen und Verdampfung, wütete aber auch nicht eine so verwüstend unter alten Ueberlieferungen und gemüthlichen Gewohnheiten, als die Betrachtung des Verhältnisses zwischen Kraft und Stoff — weniger noch in der allgemeinen Anwendung auf die äusseren Naturerscheinungen, als in ihrer Zukehrung auf die inneren menschlichen Erfahrungen über einen rätselhaften Dualismus seines in Leib und Seele zerfallenden Wesens. An diesem unnahbaren Geheimniss zerschellte die antike Philosophie, die mittelalterliche Christianisirung der Wissenschaft, und die befreite Forschung der Neuzeit. Kann die Wissenschaft in dieser Frage keine Beruhigung gewähren, so gelingt der Mehrzahl derer gegenüber, welche sich überhaupt darum kümmern, leicht die Ersetzung einer beweisfähigen Wahrheit durch das keines Beweises bedürftige Dogma. Einfach und weise der Sehnsucht tiefer Gemüther wie dem oberflächlichen Wunsche Gedankenloser Rechnung tragend erscheint es vollberechtigt. Doch dabei bleibt es nicht; es strebt eifersüchtig nach unbeschränkter Herrschaft und verbietet zu deren Wahrung selbst denen, die ihm nicht huldigen, zweifelnde Fragen. Waren diese zunächst

persönliche Angelegenheit des Nachdenkenden, so wachsen sie zu einer öffentlichen Sache heran, deren rasche weite Verbreitung den vorgeblichen Hütern idealer Interessen und religiöser Sitten Bedenken erregte. Es lag in ihrem Rechte, vielleicht in ihrer Pflicht, dem Sturme vorzubauen. Soweit die Beteiligten durch Berufung auf dogmatische und moralische Pflichten oder besser durch ruhige Belehrung von der Schädlichkeit freier Untersuchungen überzeugt werden konnten, darf man solche Versuche nicht unbillig beurteilen. Aber die strategische Regel befolgend, dass die beste Verteidigung im Angriff bestehe, artete die Abwehr in masslose Vorwürfe aus. Hiemit änderte sich wesentlich die Situation. An Stelle der Frage, ob durch die naturwissenschaftliche Forschung oder vielmehr ihre Folgerungen Glaube und Sitte gefährdet sei, trat die andre, ob der Wissenschaft zu verbieten wäre, ihre bewährte Methode bis an die äussersten Grenzen der Erkenntniss zu tragen und in der Sicherheit der Entscheidungen mit dem Nimbus der Autorität zu wetteifern. Bei solcher Vertiefung des Conflictes ist mit allgemeinen Erwägungen und Berufungen auf ausserwissenschaftliche, auch noch so hochstehende Rücksichten Nichts gethan. Nur eine gründliche, mit den empirischen Tatsachen rechnende, die geschichtliche Entwicklung der Forscher-Arbeiten beachtende, sowol die Tragweite, als die Grenzen der Geistesanlage prüfende Untersuchung auf wissenschaftlichem Boden selber kann eine Versöhnung vorbereiten. — Als ernstes, reiflich erwogenes, tiefbegründetes Ergebniss der in diesem Sinne durchgeführten Arbeiten darf, kann und muss der Satz ausgesprochen werden: Der naturwissenschaftliche Materialismus ist nicht willkürlich ersonnen als hohle Blüte oder gar übermütig vorgeschoben als glänzende, doch unreife Frucht, sondern mit Notwendigkeit aus der geschichtlichen Entwicklung und dem Bedürfnisse der Forschung hervorgegangen. Er ist gar nicht oder bloss scheinbar verantwortlich für die moralische Materialisirung der Lebens-Interessen, noch weniger aber mit ihr verwandt. Im Gegenteile verträgt sich die egoistische Versenkung in Genüsse, gewinnsüchtige Geschäftigkeit und rein äusserliche Sorgen

recht gut mit einer Geistesstimmung, welche entweder wissenschaftliche Fragen überall nicht berührt, oder in ihrer Behandlung dem angeblichen Idealismus huldigt. Auf der andren Seite sind die Priester der Wissenschaft, durch den Zwang des Sachverhaltes Realisten der Natur geworden, in Leben und Sitte nicht nur in der Regel mässig und aufopfernd, während Ausnahmen sicher nicht auf Rechnung ihres Forschungsgegenstandes kommen, sondern sogar gern bereit zur Anerkennung, dass neben dem Felde ihrer Bestrebungen eine reiche Welt liegt, welche der sonst wolbewährten Methode unzugänglich erscheint, ja dass zwischen dieser und ihrem ur-eigenen Gebiete für den naturwissenschaftlichen Blick unsichtbare und doch unzerreissbare Fäden verlaufen. Der Forscher achtet sie, auch wenn er nicht weiss, wohin sie führen; aber er misstraut ihnen, sobald nach ihrer Anleitung das Reich der Erfahrungen durchwandert werden soll. Hier gehorcht er keinen geheimnisvollen Weisungen, sondern der Zeugschaft der Sinne, den ehernen Formeln der Rechnung und der unerbittlichen Logik der Tatsachen. Hier ist nicht blos sein Recht, sondern seine Pflicht, alles Wunderbare und Willkürliche fernzuhalten. —

Selbst innerhalb der Grenzen empirischer Forschung ist die Naturwissenschaft keineswegs so groben Stoffes erfüllt, wie ihre Gegner, wenn man böse Absicht abrechnet, nur deshalb behaupten, weil ihre Bekanntschaft mit jener bloss äusserlich ist. Wären sie geneigt und fähig, ins Innere zu dringen, chrfurchtvolles Staunen ergriffe sie ob des edlen Geistes, welcher die Fülle der Tatsachen erfrischend, reinigend und verbindend durchweht. Jedes physikalische Gesetz ist ja eine geistige Abstraktion, jede Methode einer experimentalen Untersuchung erscheint als eine den Phasen der äusseren Arbeit parallel laufende Kette psychischer Acte, jeder Versuch bildet eine Berufung an das Denkvermögen, die Erscheinung mit der meist im klaren mathematischen Bilde concentrirten Idee zu vergleichen. Freilich die Idee ist noch nicht das Ideal; und wer dieses erst hinter allem Erforschbaren im berühmten „Dinge an sich“ verwirklicht findet, dem müssen wir zugeben, dass solchen Ideale die Naturwissenschaft ferne steht. Wir

sahen jedoch auch nirgend anderwärts jenes räthelhafte Wesen, wenn nicht in der unendlichen Wechselwirkung aller Tatsachen, welche das Gesammtleben des Weltalles bildet. —

2. Die Atomistik als materialistisches System.

Die Fortschritte der Naturwissenschaften sind grossenteils von irgend welcher theoretischen Vorstellung über das Wesen ihrer stofflichen Gegenstände unabhängig. Tatsächliche Zustände und Verhältnisse mit greifbar praktischen Folgen entziehen sich eben der willkürlichen Deutung. Unter den mehrfachen Ursachen der schnellen wie gediegenen Entwicklung der Naturwissenschaft spielt jene Freiheit von speculativen Einflüssen eine grosse Rolle, welche an ihrer Bedeutsamkeit nicht dadurch verliert, dass sie zeitweise zurückgedrängt wird. Wenn nämlich eine grosse Summe empirischen Materials gesammelt, dem Gedächtnis in unverlierbaren Formeln übergeben und den Lebensansprüchen dienstbar gemacht wurde, tritt unfehlbar der Wunsch nach theoretischer Verallgemeinerung auf. Weil dieser an sich nicht unberechtigt ist, muss nur dafür gesorgt werden, dass er zu rechter Zeit und an geeigneter Stelle erscheint. Die Vernachlässigung dieser Bedingung ist vornehmlich zu beschuldigen, wenn unreife Systeme die Feindseligkeit der Gegner herausfordern. —

Die Körper, deren Untersuchung und Erforschung der Naturwissenschaft zufällt, sind mit einigen leicht erkennbaren allgemeinen Eigenschaften ausgestattet. Unter diesen ist die „Raumerfüllung“ im Gröberen sicher constatirbar durch gegenseitige Verdrängung zweier stofflicher Dinge. Die Frage nun nach der besondern Art, wie ein gegebener „Umfang“ mit „Inhalt“ versehen werde, ist nicht blos theoretisch interessant, sondern wird mit Notwendigkeit durch die Erfahrung erhoben, dass verschiedene Materien ein- und durchdringlich erscheinen. Wird angenommen, dass erst die letzten, an sich unaufzeigbaren, kleinsten Bestandteile der Materie wirkliche Stoff-Elemente seien mit unveränderlichen Eigenschaften, während aller sinnen-fälligen KörperEigentümlichkeit von Zal und Ordnung

der Atome abhängt, so sollte man mit Fechner*) meinen, „dass die atomistische Ansicht nicht materialistischer als die dynamische sei, weil nach der atomistischen die Materie nur fein verteilt im Raume schwebt, des Leren mehr ist als des Vollen, indess nach der dynamischen der Raum mit Materie ganz ausgegossen ist.“ — Freilich legen die — fast ausschliesslich philosophischen — Vertreter der letzteren Lehre den Schwerpunkt auf die Tätigkeit elementarer Kräfte, gegen welche das Substrat ihrer Wirksamkeit nicht nur zurücktritt, sondern geradezu verflüchtigt wird — damit ist aber einfach ein sinnlicher Widerspruch gesetzt. Weil diesen der Naturforscher nicht annehmen kann, sondern den Bestand der Materie für seine Wissenschaft notwendig findet, hält er die Kräfte wesentlich mit ihr verbunden, und nur insofern die Erscheinungen beherrschend, dass sie bestimmten Formen stofflicher Combinationen entkeimen. —

Den geistigen und moralischen Interessen der Menschheit gegenüber hält sich die ächt naturwissenschaftliche Atomistik völlig einflusslos und verantwortungsfrei. Sie bildet, wo sie in rechtem Sinne erfasst wird, allerdings einen strengen Mechanismus der Welt; ist dieser aber im Grossen von der Astronomie mit absolutem Ausschluss jeglicher Willkür anerkannt, so liegt kein wissenschaftlicher Grund vor, ihm in den kleinen engen Bezirken der molekularen Architektonik fremdartige Tendenzen unterzuschieben. —

3. Philosophische und physikalische Atomistik.

Inhalt wie Darstellung zeigen viel Uebereinstimmendes, man mag den Atomismus von naturwissenschaftlicher oder philosophischer Seite betrachten. Doch sowol historisch als tatsächlich ist dies nur im Anfang der Fall; später sind ihre Bahnen nicht mehr dieselben, sondern höchstens stellenweise parallel laufend. Dann verrinnt die Ene fast spurlos im

*) Ueber die physikalische und philosophische Atomlehre. (Mendelssohn) Leipzig, 1855 I. Aufl. 1864 II. Aufl. S. 86.

Sande; die Andere beginnt erst ihre Siegeswege --- vielleicht gerade, weil sie der halb bewussten, halb unwillkürlichen gegenseitigen Beachtung Jener entging. Sollte die Atomenlehre einerseits Forderung, anderseits Stütze der Physik und Chemie sein, so musste ihr Heil in der Erfahrung gesucht werden. Es war nicht die wichtigste Frage, ob bloß mit und in ihr die Vorstellung einer gemeinsamen stofflichen Grundlage der Körper gelinge, oder ob hiezu besser eine andre Anschauung sich eigne, sondern ob bestimmte Erscheinungen ihre Anerkennung fordern. Ist letzteres auch nur zeitweise der Fall, so nimmt die Atomistik in der Geschichte der Wissenschaft eine berechnete Stelle ein. In ihr konnte sie eine wichtige und lohnende Rolle spielen, deren Ergebnisse und Folgen fortwirken, auch wenn jene Lehre beseitigt oder doch wesentlich umgestaltet würde. — An Feinden fehlte es ihr nie. Am erbittertesten, aber unschädlichsten waren diejenigen, welche mit philosophischen und moralischen Waffen zu Feld zogen. Für die naturwissenschaftliche Einsicht entscheidend indess wirkt bloss die Gegnerschaft, welche ihre Gründe aus empirischen Forschungsergebnissen schöpft. Schon jetzt ist hiedurch die Sachlage auf einen ganz andren Standpunkt gebracht, als zur, um wenige Jahre hinter uns liegenden, Zeit, da weitaus die meisten Naturforscher die Atomistik bereitwillig anerkannten. Man prüft sie und zweifelt an ihr, darf sie aber nicht ohne Weiteres verwerfen. Eine Lehre, welche in der Entwicklung der Wissenschaft tatkräftig gewirkt hat, bleibt dem Geiste der Naturforschung unverlierbar und kann nie als überwundene Durchgangsstufe einfach bei Seite gelegt werden. Sie war zur Zeit ihrer Herrschaft kein Irrtum, sondern eine Notwendigkeit, welche den Tatsachen entsprach. Wurden diese berichtigt oder ergänzt, in einer Weise, dass die Triftigkeit einer bis dahin als richtig betrachteten Anschauung unsicher oder doch diese nicht mehr unentbehrlich erschien, so wird hiemit der Wert derselben keineswegs beeinträchtigt. Vielmehr zeigt sich der Einfluss ihrer nimmer ignorirbaren Herrschaft mächtig genug, um die Formulirung ihres versuchten Ersatzes zu bestimmen. So ist zur Stunde eine unbestrittene Herrschaft der Atomistik in

physikalischen und chemischen Kreisen kaum mehr zugestanden; ebenso wenig aber wurde ihre Stelle sofort durch das naturwissenschaftlich gefürchtete Gegenbild eingenommen, das die Speculation in der dynamischen Raumerfüllung schuf. Wir stehen in der bedenklichen, doch anregenden und fruchtbaren Lage des Ueberganges. Um der hiebei reifenden Früchte froh zu werden, muss Klarheit bestehen, was man aufgeben oder ändern darf. Dies geht am besten aus der Erkenntnis hervor, wie das Fragliche erworben wurde. —

4 Systeme.

In den antiken Systemen eines Empedokles, Leukippos, Demokrit, Heraklit,*) Epicur, Lucretius überwiegt die Speculation unter Hinzunahme der von beiden letzten vertretenen praktischen Richtung; wenngleich gesunde empirische Elemente, welche nur sehr der tatsächlichen Erforschung ermangeln, keineswegs fehlen. —

Im siebzehnten Jahrhundert erweckt die alte Atomistik in wenig veränderter Form Gassendi;*) bekämpft besonders durch Morini**). Sonst berühren die Frage mehr oder weniger: Oldius; de natura elementari corporum; Regiomontani, 1651. — Schenck; de elementis in genere; 1659. — Zeltner; de numero elementorum; Altdorf, 1661. — Derodone; 1662: Atomus simplex caret partibus et melius diceretur punctum quodvel mathematicum vel inflatum. — Schychzerius; Atomologia; Zürich, 1666. — Reismann; de originibus rerum; Wittenberg, 1696. — Borelli's***) Atomistik zeichnet sich nicht vorteilhaft durch grosse Complicirtheit aus, indem eigentümliche Formen und peripherische Werkzeuge den Elementarteilchen

*) Lasalle, die Philosophie Herakleitos des Dunklen von Ephesus.

**) Syntagma philosophiae Lugduni, 1658.

**) Dissertatio de atomis et vacuo contra Petr. Gassendi philosophiam epicuraeam. Paris, 1650 —

**) Joh. Alph. Borrelli in academia Pisana matheseos professoris, de motibus a gravitate pendentibus liber. Regio Julio, 1670.

zugeschrieben werden, um das verschiedentliche Verhalten der Stoffe zu erklären. Allerdings ist er so vorsichtig, einigen Annahmen bloß den relativen Wert der Hypothese zuzuschreiben. — Auch Boyle, *) von ächt naturwissenschaftlichem Geiste besetzt, gefährdet die Einfachheit und Bestimmtheit der Atome so weit, dass er einerseits ihnen in den elastischen Gasen Biugsamkeit verleiht, andererseits keine vollkommen lere Zwischenräume urgirt, sondern nur in diesen Widerstandlosigkeit gegen die atomistischen Bewegungen voraussetzt. — Roberval*.) schreibt allen einzelnen Theilchen der Materie, wie dieser selbst Anziehung zu. — Sennert*.*.) verbreitete die wenig modificirte Demokritische Atomistik in der deutschen Wissenschaft. —

Im achtzehnten Jahrhundert bringt Heick (Kiel, 1703) die Annahme materieller Partikel zum Vortrag, deren kleinste regelmässigste das Licht bilden, während von der Form der Poren zwischen den gröberem Bau und Eigenschaften der Körper abhängen. Gestreift wird der Gegenstand von Ostens*.*.) und Oldendorp*.*.*). —

Die ausführlichste Behandlung erfuhr die atomistische Systematik von Boskovich (Roger Joseph): *Theoria philosophiae naturalis*. Venetiis, MDCCLXIII. Dieser Grundcodex der physikalischen Atomistik ist das Hauptwerk des gelehrten scharfsinnigen Jesuiten. Zum Wesen der Sache hören indess auch seine weniger bekannten Schriften *De natura et usu infinitorum*, 1741; *De materiae divisibilitate*, 1743 (und 1757.) *De viribus vivis*, 1745; *De lege virium*, 1755. —

„Principia corporum sunt moleculae quaedam minimae,

*) *Opera varia*. Genev 1677. (philosophia corpuscularis.)

*) Aristarchus Samius de mundi Systemate. 1644. II. 1847. (Paris.)

..) Sennert, Prof. d. Med. in Wittenberg. *Hypomnemata physica de rerum naturalium principiis, occultis qualitatibus, de atomis, de mistione etc.* 4^o Frankfurt. 1635.

..*.) *De elementis corporum*. Lugduni Batavorum, 1728.

..*.) *De viribus insitis*. Jena, 1733.

variis viribus in diversis inter se distantis praeditae, quibus aut mutuo attrahuntur aut repelluntur.“

Der erste Teil des Buches umfasst die Einleitung zur Theorie; ihre analytische Entwicklung; das Continuitäts-Gesetz; metaphysische Begründung; Ausschluss unmittelbarer Berührung, Unteilbarkeit der stofflichen Elemente; deren Homogenität; Einwürfe gegen die atomistische Constitution. Der zweite Teil enthält eine Anwendung der Atomtheorie auf die Mechanik; Combinationen und Systeme von Punkten; Masse; Action und Reaction; Druck und Geschwindigkeit. Der dritte Teil wendet die Theorie auf die Physik an; Undurchdringlichkeit; Ausdehnung; Gestalt; Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung; Beweglichkeit; Teilbarkeit; Unveränderlichkeit der materiellen Elemente; Schwere; Cohäsion; die secundären Eigenschaften. In einem Anhang wird über Raum und Zeit, über Seel und Gott gesprochen. Boskovich steht über den Atomistikern des Altertumes an Bestimmtheit des Ausdruckes und Folgerichtigkeit der Entwicklung; betreffs der Anwendungen seiner Lehre imponirt weniger der Reichtum derselben, als vielmehr die weise Beschränkung auf physische Tatsachen. Was darüber hinausgeht, wird in Form wie Umfang bloß untergeordnet betrachtet. Seine Auffassung lehnt sich an Leibnitz und Newton an. Von Jenem entnimmt er die einfachen ausdehnungslosen Elemente; mit diesem statuirt er eine Wechselwirkung punktueller Kräfte. „Prima elementa materiae mihi sunt puncta prorsus indivisibilia et inextensa, quorum contiguitatem nullam admitto possibilem“. Diese materiellen Punkte können unbekannte, unendlich vielfältige Verschiedenheiten haben; doch lassen sich die besondern Eigenschaften der Körper auch herleiten aus den mannigfachsten Combinationen der Elemente, wie auf solchen weniger Buchstaben der ganze Sprachschatz ruht. — Der Uebergang zwischen den anziehenden und abstossenden Kräften geschieht nicht sprungweise. Vielmehr wohnen beide sämtlichen Punkten inne oder strahlen von ihnen aus; die attraktiven im verkehrten Verhältniss der Abstandquadrate, die repulsiven abhängig von einem neuen Gesetze („ab illa nova curva.“) Die Realität der materiellen

Punkte ist zweifach: räumlich und zeitlich. Auch das Licht ist kein continuirlicher Stoff, sondern ein Aggregat getrennter Punkte, welche alle ihren eigenen Weg gehen. Die Durchsichtigkeit kommt nicht unmittelbar von den Poren der Körper her; sondern von der Homogenität der in den Körpern auf das Licht wirkenden Kräfte, deren Ungleichförmigkeit dagegen „Opacität“ bedingt. Die Farben hängen von der Dicke der stoffbildenden Lamellen und dem Abstand der Partikel ab. — Der Wärme Ursache wird verlegt in innerliche heftige Bewegung der feuerigen oder schwefeligen Partikel. Kälte kann entstehen sowol durch die Abwesenheit der letzteren, als wegen des Mangels ihrer Bewegungen. Zur Verbreitung der Schallwellen gehört ein allseitiges Gehäufte punktueller Partikel, welche sich anregen und abstossen. Geruch entsteht aus dünnem Dunste, ausgehaucht von den riechenden Stoffen, wobei das mitwirkende Erzittern eines Zwischenmittels dahingestellt bleibe. Die Formen und sonstigen Eigentümlichkeiten, unter denen Substanzen in der Mundflüssigkeit sich lösen oder bei sonstiger Verteilung die Papillen des Gaumens (der Zunge) angreifen, erklären die Verschiedenheiten des Geschmacks. Was man gemeinhin die Elemente nennt, sind feste oder flüssige Stoffe, aus den nämlichen, aber verschieden angeordneten Punkten bestehend und danach zu den bekannten Erscheinungen ihres angeblichen Wesens führend. Ist die Zahl und Anordnung der Punkte in einer bestimmten Masse gegeben, so wäre hiemit die Grundlage all ihrer Eigenschaften und Beziehungen dargethan. — „Ego materiae extensionem prorsus continuum non admitto, sed eam constituo punctis prorsus indivisibilibus et inextensibilibus a se invicem disjunctis aliquo intervallo et connexis per vires quasdam jam attractivas jam repulsivas, pendentes a mutuis ipsorum distantibus. Quodvis punctum materiae habet integrum spatium ac tempus imaginarium suum.

$$Z^m + az^{m-1} + bz^{m-2} + cz^{m-3} + \dots = P.$$

Si jam fiat $P - Of = 0$ dico, hanc aequationem satisfacere omnibus hujus curvae conditionibus et rite determinatio valore Q posse infinitis modis satisfieri etiam postremae conditioni.“ —

Im gegenwärtigen Jahrhundert ist die Zahl der atomistischen Schriften gross. Es wird indess in besondrer Darstellung nur ein kleiner Teil berücksichtigt, weil viele überwiegend philosophisch sind, andre zu wenig selbständig oder neu, und einige den Wert specifisch empirischer Forschungen besitzen, welcher ihnen ihre Stellung im zweiten Teile dieser Schrift anweist. Hier gelangen also bloss vorwaltend physikalische Systeme zum Vortrag; ohne dass natürlich die eigentümliche doch anderswohin gravitirende Bedeutung nicht, oder höchstens dem Titel nach erwähnter Arbeiten bezweifelt würde.

G. S. Ohm; Beiträge zur Molekular-Physik. (1849.)
„Zu jener Zeit, wo ich den Anfang der 1827 in Berlin von mir herausgegebenen galvanischen Kette schrieb, trat mir der Gedanke mächtig entgegen, es müsse sich der Bau der physischen Körper in solcher Weise auffassen lassen, dass mit jener Eigenschaft der materiellen Raumerfüllung, die wir vorzüglich als ihnen angehörig ins Auge zu fassen gewohnt sind, zugleich und notwendiger Weise auch alle die gegeben sein, welche wir uns bis dahin mehr wie seine Gäste, die ihn von Zeit zu Zeit heimsuchen, vorzustellen pflegten und wofür man nicht ausser, doch neben den Körpern liegende Ursachen erdacht hat, die als selbständige Naturdinge unter den Namen: Licht, Wärme, Electricität in der Physik wiewohl nicht ohne Widerspruch von einzelnen Stimmberechtigten das Bürgerrecht erlangt haben.“

Die Arbeit (Nürnberg bei Schrag) blieb leider unvollendet; — vielleicht einerseits, weil zu jener Zeit die einschlägigen empirischen Tatsachen nicht tief und reichhaltig genug vorhanden waren; — anderseits, wie ich aus eigenem Munde des eben so grossen als bescheidenen, erst spät anerkannten Forschers weiss, weil die mathematischen Vorarbeiten zu wenig entwickelt schienen, und von ihm selbst für seine Zwecke so weit geführt werden mussten, dass möglich ward, „räumliche und dynamische Beziehungen am schiefwinkligen Coordinatensystem mit der gleichen Leichtigkeit und Allgemeinheit zu verfolgen, wie am rechtwinkeligen.“ —

Sandmann; Atomistik und Wärme. (1855.)

Sämmtliche erfahrungsgemäs als physikalische Kräfte oder Erscheinungen und Erweisungsarten der Materie anerkannte Begriffe kommen factisch auf Bewegungen der Atome und Aetherpunkte zurück. Schwere, Cohäsion, chemische Verbindung sind einem mechanischen Druck gleichwertig, welcher von Aussen die Körper, die Molekel, die Atome zusammenhält. Sichtbare oder später nur fühlbare Massenschwingungen gehen bei vermehrter Geschwindigkeit in Geräusche und Töne über. An den intensivsten höchsten Ton reiht sich die Atombewegung der Wärme. Licht und Electricität bestehen in Aethervibrationen, auf welche ein Körper um so geringeren Einfluss hat, je weniger Atome er enthält. Organische Massen besitzen die freieste Beweglichkeit, mithin die höchste Individualität. — Mit letztrer Aeusserung ist der Schritt vorbereitet, welcher den sicheren physischen Boden zur Sphäre psychischer Probleme überschreiten will. —

F. Redtenbacher; das Dynamidensystem. — Mannheim, 1857. Es gibt so vielerlei Körper-Atome als chemische Elemente. Sie sind schwer, träg, beweglich und so klein, dass in jedem sinnenfälligen Stoffe sehr viele enthalten sind. Noch kleiner sind die gleichfalls trägen, doch gewichtlosen Aether-Atome. Erstre ziehen sich an, letztre stossen sich ab; zwischen beiden herrscht Anziehung. Ein Körperatom mit umgebender Aetherhülle heisst eine Dynamide. Mehrere solche im Gleichgewicht gelagert bilden ein Dynamidensystem, zu dessen statischer Kenntniss gewusst werden muss die Schwerpunkt- und Achsen-Lage der Körper-Atome wie die Gruppierungsweise des Aether. Seine Dynamik wäre bekannt, wenn die Schwerpunktbewegungen der Körper-Atome, deren Rotationen und die relativen Bewegungen der Aetherhüllen erforscht sind. Die aus zwei oder mehr ungleichartigen Körper-Atomen mit gemeinsamer Aetherhülle zusammengesetzten Dynamiden heissen Moleküle. Deren Gleichgewicht ist bloss relativ, indem sowol feinere als gröbere Bewegungen der Molekularbestandteile möglich sind. Aeusserer Einfluss und innere Constitution wirken mit. Alle Formen von Elementar-Schwingungen sind

combinirbar. Die Dynamide mit ruhendem Aether ist weder warm noch elektrisch; wird es aber in bewegtem Zustand; jenes wahrscheinlich bei Radialschwingungen, dies bei continuirlicher Rotation der Aetherhüllen. Viele Kraftercheinungen entstehen durch motorische Metamorphosen, nicht aber diejenigen der organischen Körper. — Auf Grund dieser, wie man sieht, keineswegs ganz neuen, doch weise beschränkten Ansichten wird eine empirisch-mathematische Darstellung versucht der Wärme, der Gleichgewichtconsequenzen wie der Bewegung eines Dynamidensystems sowol hinsichtlich der Atombewegungen als Aetherschwingungen mit ihren vornehmlich akustischen und optischen Folgen. —

Natani: Materie, Aether und lebendige Kraft. (Berlin, 1860.) — Im Aether (oder in den „Imponderabilien (?)“) angehäuften Kräfte auf die wägbaren Körper zu übertragen, dient die Wärme durch ihre ausdehnenden, auflockernden, die Aggregatzustände ändernden Einflüsse. Die Schwingungen des Aethers verrichten keine Arbeit, erhalten also die lebendige Kraft ungeschwächt und bewahren in ihr einen Naturschatz, welcher allmähig an den Stoffen verbraucht werden kann, indem gewisse Bewegungsrichtungen derselben aufgehoben oder im entgegengesetzten Sinne ausgeführt werden. So kommt alle Arbeit auf das Heben einer gravitirenden Last zurück. Formal ist die Verwandlung von lebendiger Kraft in Arbeit und die Zurückführung dieser in jene allerdings ein Kreislauf; materiell aber läuft derselbe auf Erschöpfung des natürlichen Kräftevorrates hinaus. — Die thermale Vermittlungsrolle zwischen Aether und Wägbarem ist hier noch nicht zu der vollen physikalischen Klarheit durchgedrungen, welche die mechanische Wärmelehre gewährt hat. —

Moeller; das Leben der Atome (1861.) — Das organische Leben ruht mehr noch, als auf dem Stoffwechsel, auf den physikalischen Kräften wechselwirkender Atome. Die Bewegung derselben und die Art ihrer Anordnung steht mit der Elektrizität in Beziehung, deren Polarität eine hermaphroditisch gestaltete geschlechtliche Tätigkeit der Atome bedingt. Die Menge der Elektrizität hängt ab von der Anzahl der (geschlecht-

lich) erregten Atome; ihre Dichtigkeit oder Spannung vom Verhältniss der erregten und neutralen; deren Leitung von der succesiven Mittheilung des atomistischen Erregungszustandes. Der Leitungswiderstand elektrolytischer Flüssigkeit erscheint als Mass des Aufwandes von Kraft und Zeit, womit der Beharrungszustand der beteiligten Atome überwunden werden soll. Er ist um so kleiner, je weniger innig und vollkommen die constituirenden Elemente der leitenden Molekel aneinander (elektrisch) gebunden sind. Die Geschwindigkeit der Elektrizitätsleitung ist proportional der Anzahl der leitenden Atome oder der Länge der Atomreihe. — Das Wachstum der Organismen gleicht in der Form völlig demjenigen des Krystalles; denn es besteht in der Lagerung und Aggregation der Atome, deren Zweckmässigkeit von der innren elektrischen Arbeit überwacht und gelenkt wird. — Die Prädisposition der Atome zur (geschlechtlichen) Erregung erweist sich variabel. — Der physikalische Kern der Schrift erscheint gefährdet durch zu weit gehende Analogisirungen, welche nur eine bildliche Erläuterung aber keine Erklärung geben können. —

Robert Grassmann; Atomistik, erstes Buch der Lebenslehre oder der Biologie (Stettin, 1862) — Seit Boscowich der erste ausführliche Versuch, die Naturerscheinungen aus den Grundkräften der einfachen Atome erklärlich zu machen. — Die Atome sind von den Raumpunkten bloss darin verschieden, dass sie Kräfte äussern, sowol anziehender als abstossender Art, beidemale von den Quadraten der Entfernungen abhängig. Den ponderablen Atomen von mit den Mischungsgewichten der Stoffe verschiedener, in letzter Instanz gleicher Schwere stehen die unwägbaren der Elektrizität gegenüber, von zweierlei Gattung sich umkreisend und hiebei Anziehung und Abstossung so unter einander ausgleichend, dass sie eben dadurch schwerelos erscheinen. Die parige Repräsentation der Aetherteilchen harmonire mit Cauchy's Angabe, dass deren Kräfte nach den Biquadraten der Abstände variabel seien; was indess C. nur für die in der Nähe erwachende Repulsion unter der Voraussetzung zulässt, dass der Aether des Welt-raumes abweichend von dem zwischen den Körpern verbreiteten

alle Farben gleichschnell fortpflanze. — Jedes Molekül („Korn“) besitzt gleichviel geparte elektrische Teile, welche geschieden werden können. — Den einfachen Atomen wird ein psychischer Wert beigelegt; — wie ihn den einfachen Wesen Leibnitz, Herbart, Lotze zuschreiben. Nicht alle besitzen Bewusstsein, denn dieses entspringt bloß aus dem Zusammentreten selten günstig genug vorhandener Bedingungen. Die persönliche Individualität, deren Erhaltung und Fortdauer findet Gewähr in der Unzerstörbarkeit einfacher Wesen. Der quälende Dualismus zwischen Seele und Leib kann nur gehoben werden, indem der letztere vergeistigt, die erstere verstofflicht wird. —

Das vielleicht gerade am meisten ausprechende Urteil über organische Fragen, welche übrigens Drossbach*) eingehender besprach, übersteigt die wahre Aufgabe und Leistungsfähigkeit der Atomistik. Schon der vorausgehende Erklärungsversuch der Elektrizität ruht nicht genugsam auf empirischen Tatsachen. —

Flügel; Atomistisch-mechanischer Materialismus. (1865) Die atomistische Hypothese erwuchs naturgemäss aus dem Bedürfniss, die vorhandene Mannigfaltigkeit der Dinge und ihrer Erfahrungen durch Zurückführung auf einfache Elemente zu begreifen. Jegliche Art der Materie in irgend welchem Körper individualisirt und mit beliebigen Eigenschaften begabt, besteht aus Teilen, unveränderlich, verschiedener Anordnung fähig, miteinander in Wechselwirkung tretend. Insofern mit dieser Forderung auch die organischen Wesen einbegriffen sind, liegt freilich für die psychischen Erweisungen entschiedener Sensualismus vor, welcher sich aber keineswegs zum Materialismus und Atheismus zu steigern braucht, wozu weit leichter die pantheisirenden Vorstellungen führen. Allerdings kann auch der consequent atomistische Sensualismus das geistige Leben nicht erschöpfen. Unvermittelt bleibt stets der Uebergang der materiellen Anregungen von Aussen und der ihnen entsprechenden inneren Schwingungen zu Empfindung und Bewusstsein der Persönlichkeit. Dass ein Verhältniss be-

*) Atomistische Genesis des Bewusstseins. Leipzig, 1860.

stehe wie zwischen Glut und brennenden Stoffen, oder Farbe und Aether-Vibrationen besitzt kaum eine völlig zutreffende bildliche Bedeutung. Soweit die Naturforschung diese Frage beherrscht, ist zu sagen, dass die höheren organischen Leistungen an grosse molekulare Complication gebunden erscheinen. Qualitativ verschiedene Zustände nimmt ein Atom überall blos an durch Wechselbeziehungen mit andren. Je reicher und inniger dieselben sind bei kunstvoller Gruppierung in ternärer, quaternärer, quinärer Form, desto bedeutender gestaltet sich die Möglichkeit der inneren Reaktionszustände und hiemit die Mächtigkeit äusserer Wirkungen. Ob dabei die Se'e als ein besonderes Atom vorgestellt werden will, ist eigentlich keine Frage der reinen Atomistik, welche keinesfalls mit dieser Vorstellung etwas gewänne, und unter der Annahme einer funktionellen Bedeutung der psychischen Acte besser fährt. Eine chemische Verbindung des problematischen Selen-Atomes mit den Gliedern eines Massenaggregates entspricht ebenso wenig der idealen als der materiellen Forderung. Doch müsse eine molekularmechanische Beziehung zugestanden werden; denn ohne solche wäre die Erzeugung wechselnder Zustände ganz unfassbar. Nur in der regelrechten Wirksamkeit jener Relationen beruht die Tätigkeit; in der gestörten ein Leiden der Sele, — welche für sich allein nichts leistet, ja sich nicht einmal bemerklich machen könnte. Soll sie ein Wesen für sich haben, so ist es ein unbegreifliches. Seine hypothetische Selbständigkeit indess litte unter dem vielfachen Wechsel der Zustände durchaus nicht, weil alle Veränderungen bloss Modificationen atomistischer Beziehungen sind. — Jedes Atom wirkt gemäs seiner ursprünglichen einfachen Qualität gegen andre Atome blind und planlos, aber gegen verschiedene Einzel-Atome von ungleicher Qualität verschieden. Wann und wie diese Gegeneinander-Wirkung zur Entstehung der Organismen führen konnte, ist auf gegenwärtiger Entwicklungsstufe der Welt dunkel, weil auf jhr unter erfahrungsmässigem Ausschluss einer generatio aequivoca die organischen Körper nur aus gleichartigen Keimen der schon vorhandenen sich aufbauen. Man muss annehmen, dass zu irgend welcher Zeit Natur-Bedingun-

gen herrschten, welche von da bis jetzt nicht mehr zusammen-
traten; im entscheidenden Moment aber so mächtigen Einflusses
waren, dass die gewöhnlichen Elemente zu ausserordentlichen
Verbindungen mit einer Energie sich aneinanderschlossen,
welche vitale Folgen entfaltete. Ein Teil jener äusseren Ver-
hältnisse muss sich jederzeit vor unsren Augen wiederholen,
wenn die embryonalen Atome in eine dem Wachstum der
Pflanze wie des Thieres günstige Bewegung und Anordnung
kommen sollen. Nie ist hierzu ohne jene Einwirkungen der
„eingeborene Trieb“, welcher auf die gegebene Molekular-
Architektonik des Keimes hinausläuft, oder gar ein „Schöpfungs-
Act“ hinreichend. — Die Schrift geht über die Empirie hinaus;
doch mit ächt physikalischer Folgerichtigkeit. —

Cornelius; Molekular-Physik. (Halle, 1866.)

Das Haupthinderniss einer allgemeinen Anerkennung der
Atomistik, dass sie nämlich die Beziehungen zwischen Kraft
und Stoff, sowohl im einfachsten mechanischen Fall, wie bei
complirter organischer Tätigkeit, nicht klar zu stellen weiss,
ist unbeseitigbar, weil die Atome keine Kraftwesen, sondern
Stoff-Elemente sind. Jenes gelingt aber auch anderwärts nicht,
während hier doch die physikalischen und chemischen Er-
scheinungen sich veranschaulichen lassen. — Den übrigen
Inhalt der Schrift glauben wir nicht ausziehen zu sollen, weil
er den allgemeinen Anschauungen entspricht. —

Hansemann; Die Atome und ihre Bewegungen.
(1871) Weder Gestalt noch Masse der Atome ist veränderlich;
wol aber ihre Lage; der Wert derselben wird gefunden im
Product der Masse in ihre Entfernung von einem als fest an-
genommenen geometrischen Gebilde; Veränderung darin bildet
die Bewegung. Führt eine solche zum Zusammenstoss, so
folgt aus diesem bloss eine Veränderung, wenn die Atome un-
durchdringlich sind. In diesem Falle streben sie nach Aus-
gleichung ihrer lebendigen Kräfte, von denen sie einen grossen
Vorrat bei jedem Verdichtungs-Vorgang erwerben. Schlägt
solche in Ausdehnung um, so werden die Aether-Atome mit
vielman vergrösserter Geschwindigkeit in den Raum zurück-
geschleudert, während die Körper-Atome den grössten Teil

ihrer Geschwindigkeit verlieren. Beides hängt ab vom Zahlenverhältniss der heterogenen Elemente in einer Molekulargruppe. Die Zusammenstösse der Atome haben keinerlei rotatorische oder fortschreitende Folgen; deshalb findet in verdichteten Atomgruppen keine absolute, sondern nur relative Ausgleichung lebendiger Kräfte statt. Die Gesammtheit der lebendigen Kräfte an den Körper-Atomen ist grösser, als an den Aether-Atomen. Verschwindet auch der directe Einfluss der von jenen auf diese geübten Anziehung, so findet doch ein secundärer statt, indem dadurch die Bewegungen der erstren verändert werden können. Alle Atome sind absolut beweglich, weshalb keine Lage unveränderlich erscheint. Die lebendige Kraft, welche die Atome fester und flüssiger Stoffe durch Uebertragung auf den Aether verlieren, ist für den Gleichgewichtstand der lebendigen Kraft identisch, welche jene Atome durch Vermittlung der Atmosphäre vom Aether zurückerhalten. Letzterer ist für alle körperlichen Wirkungen unentbehrlich. Obschon ein Aether Molekel aus 10^{33} Aether-Atomen (?) erst die Masse eines Körper-Atomes erreicht, so erzeugen Aetherschwingungen Körper-Atomsysteme treffend, doch Schwankungen in ihnen und gehen um so mehr in lebendige Kraft über, je grösser die Länge der Aetherwellen, je kleiner der Mittel-Abstand der Körper-Atome und je unregelmässiger der Bewegungs-Vorgang ist. Atome bleiben nur so lang in einer Verbindung, als die Bestandteile der Gruppen gegen die Aetherstösse sich schützen. Demnach sind nur solche Atome verbindungs-fähig, welche sich nicht über die Schutzgrenzen hinaus von einander entfernen. Zersetzung oder Verflüchtigung tritt ein, wenn die lebendige Kraft der Atome erhöht wird. Solche suchen besonders aus grösseren Atomen bestehende Körper zu übertragen. Die Zusammenstösse der Atome erzeugen Streben nach symmetrischer Gestaltung. Der nach Zeit und Ort ungleichmässige Einfluss der Aetherschwingungen, die kosmischen Anziehungen, das Ausgleichungsbestreben der lebendigen Kräfte und des Druckes bilden die Quelle der materiellen Veränderungen, welche im halbflüssigen Zustand am leichtesten vorgehen und von individuellem Widerstand gehemmt werden. Durch An-

passung neu zutretender Atome an vorhandene molekulare Gruppen geschieht die allmälige Entwicklung der Organismen, deren Umgestaltung, Fortpflanzung, Vererbung unter mit häufiger Wiederholung gesteigerter Sicherheit. Das Individuum besitzt einen Vorrat lebendiger Kräfte in der Beweglichkeit seiner Körperatome, und kann deshalb grosse Gleichgewichtstörungen überwinden. Die hierin verlaufende Lebens-Regelung durch Instinkt oder Erfahrung ist mechanisch erklärlich aus der Bestimmung der Lebenstätigkeiten durch vorangegangene Entfaltungs-Momente. Die in den empfangenden Organen durch äussere Einflüsse hervorgebrachten Wirkungen bestehen in Veränderung der vorhandenen Atombewegungen, welche durch Leitung in Tätigkeit der reaktiven Organe umschlagen. Die Gedächtniss-Schätze erhalten sich durch Bildung und Ausdauer besondrer Atomgruppierungen. Innere Regungen bestehen in Molekular-Bewegungen, deren lebendige Kraft von den Atomen in solche complicirterer Moleküle und hiemit in Körperbewegungen übergeht. — Kann man dieser trefflichen Arbeit in den ersten beiden Dritteln physikalische Schärfe und Bestimmtheit gewiss nicht ableugnen, so erscheint auch die Ausdehnung atomistischer Erklärungen auf das psychische Feld im Verhältniss zu anderwärts laut gewordenen Speculationen massvoll und ansprechend. —

Wittwer; Molekular-Gesetze. (1871.)

Die gegenseitige Abstossung der Aetherteilchen geschieht im verkehrten Verhältniss des Biquadrates der Entfernung. Entfernt sich ein Partikel aus dem Gleichgewicht, so wird es dahin zurückgezogen von den andren Elementen der Gruppe mit einer, der fünften Potenz des Abstandes proportionalen, Kraft. Findet Abstossung im einfachen Verhältniss der Entfernungen statt, so folgen die Erscheinungen der einfachen Elasticität. Herrschte unter den Aetherpunkten das nämliche Gesetz, so wäre die Licht-Geschwindigkeit von der Dichte des Aether unabhängig. Der Weltäther übt allseitigen Druck aus und dringt deshalb in jeden Raum, in welchem weniger Aether ist, als im gleichen volum des allgemeinen Raumes. Die Wirkung seiner Elemente auf die schweren Atome ver-

schwindet in messbaren Abständen, erscheint aber in unendlich kleinen sehr gross und führt zu verdichteten Aether-Atmosphären der Massenteilchen, deren Existenz einer allzu raschen Abnahme der Aether-Abstossung widerspricht. Folgert man dagegen aus der Verkleinerung der Lichtgeschwindigkeit in durchsichtigen Körpern verminderte Aetherdichte, so müsse angenommen werden, dass ein Körper-Atom durch Anlagerung verhältnissmässig weniger Aether-Elemente gesättigt wird. Jedenfalls stört jenes irgendwie das Gefüge dieser, so dass eine andre Verteilung herauskommt, als im Freien. — Die Massen-Atome sind denen des Aether bedeutend, doch nicht unendlich überlegen, weil sonst die Wärmeschwingungen der letzteren nicht die erfahrungsmässig bekannten thermalen Oscillationen jener hervorrufen könnten. — Die Molekular-Erscheinungen fliessen aus Wechselwirkungen von Kräften, welche, einzeln stets in gleichem Sinne wirkend, für jene mit ihren Unterschieden massgebend werden. Eine Mannigfaltigkeit solcher Kräfte wird weder von den Tatsachen gefordert, noch in der Natur begründet gesehen. Vielmehr besteht deren Reichtum nicht in der Vielfältigkeit der Mittel, sondern in der mannichfachen Anwendung derselben. — In Gasen erscheint die Zahl der Atome proportional den aggregirten Aetherpunkten, deren welche bei der Compression abgeschieden werden. Dies geschieht bei Dämpfen in Nähe des Spannkraftmaximums am stärksten. Am Lichte ist bloss Aether, an der Wärme auch das Massen-Atom beteiligt, deren Gewicht neben der Temperatur den Mittelwert der lebendigen Kraft bestimmt. Zum thermalen Gleichgewicht gehört, dass bei centralem Stosse zweier Atome die lebendige Kraft jedes derselben nach dem Stoss derjenigen vor dem Stosse gleicht. Elastische Stösse mit gleicher materieller Quantität bedingen die Strahlung, mit verschiedener letzterer die Leitung der Wärme. Diese steht in den Gasen verkehrt proportional der Quadratwurzel der specifischen und Atomgewichte. Feste oder flüssige Stoffe entstehen, je nachdem die Schwere oder die Molekularität überwiegt. Die Härtegrade sind bedingt durch den Widerstand des äusseren Aetherdrucks gegen Molekularverschiebungen. Analoge Zu-

sammensetzung der Körper äussert sich nicht bloss an den Massen-Atomen, sondern auch den Aetherteilchen. Verdichtung, Erstarrung, Krystallisation haben Abscheidung von Aether, also Minderung der specifischen Wärme zur Folge. — Magnetische Polarität läuft auf das einseitige Ueberwiegen des Aether und der Masse hinaus. Die positive Electricität wird durch relativen Aetherreichtum hervorgerufen und deren Leitung durch allmälige Abgabe des Aether von den Atomen. —

Dieser Forscher hat auf dem Felde der Molekular-Physik emsig weitergearbeitet, so dass bei den Einzel-Untersuchungen wir ihm mit Interesse wieder begegnen werden. —

Pfeilsticker; Kinetsystem. (1873.)

Die abstossenden Kräfte wurden in die Molekular-Physik eingeführt durch die Erwägung, dass der Stoff, aus nur sich anziehenden Atomen bestehend, schliesslich in Einem Punkte sich sammeln müsse. Wo man jene ausscheiden will, geschieht es entweder auf formalem Wege, indem die Anziehung in unendlichen Reihen mit ansteigenden Potenzen der Atomabstände bei abwechselnden Zeichen der Glieder dargestellt wird; oder materiell mittels Wirbeltheorien. — Zur Elimination der Abstossung muss vor allem bestritten werden, dass die bloss atomistische Anziehung zur punktuellen Concentration der Materie führe; vielmehr wird ihre Consequenz in Oscillationen längs einer Linie erkannt. Die Atome selber braucht man sich gar nicht materialistisch vorzustellen; denn sie sind in der Tat nicht an sich die Materie, sollen also auch nicht deren sämtliche Eigenschaften direkt besitzen; sondern die Körper entstehen erst aus dem Zusammentreten jener, so dass das Stoffliche mit all seinen Consequenzen in der molekularen Combination seine Entstehung findet. — Von den in letzter Instanz festgehaltenen Eigentümlichkeiten der einfachen Atome: Undurchdringlichkeit, Schwere, Bewegung, erscheint bloss das letzte Moment wesentlich (*τὸ κινητόν*). Das Kinetsystem anerkennt ausschliesslich Punkte in kleinen Abständen mit freier Beweglichkeit nach gleichen Gesetzen. Die dadurch hervorgerufenen Erscheinungen geben den Eindruck der materiellen Körper mit ihren sämtlichen Beziehungen und

Folgezuständen. Kräfte sind Ursachen von Bewegungs-Änderungen. Kinete, welche aus endlichen Abständen sich gegeneinander bewegen, können in einem Punkte zusammentreffen; nicht aber in diesem Punkte sich festhalten. Vielmehr entstehen Schwingungen um den Punkt, welche als die Elemente aller, noch so complicirten Bewegungen erscheinen. Quadrat der Schwingdauer und Würfel der Schwung-Weite sind proportional m-fache Kinete schwingen $m^{\frac{1}{2}}$ so schnell als einfache. — Die mechanischen Kraftbegriffe: Druck, Zug, Stoss kommen auf BewegungsMitteilung zurück. Um jede auf der unendlichen Kinetlinie stehende Kinete-Gruppe bilden sich wellenförmig ähnliche Gruppen bis zur Grenzlinie eines neuen Bildungssystemes. Die Festigkeit der Materie ist wie die Wärme Resultat umgewandelter Bewegungen. — Wir kommen auf diesen Gegenstand im II. und III. Tl. ausführlich zurück, weil der Gegensatz der kinetischen und dynamischen Atomistik von entscheidender Bedeutung ist. —

v Dellinhausen; das Räthsel der Gravitation. (1880.) Die Schrift ist vom Wunsche besetzt, die Unhaltbarkeit der Atomistik darzutun und zwar in besondrer Polemik gegen Isenkrahe. — In geschichtlicher Hinsicht wird die Ungleichartigkeit der atomistischen Annahmen betont. Fritsch*) fordert unelastische, Schwamm*.) absolut elastische, Secchi*.) rotirende, Zöllner besetzte Atome. Thomson bestellt gar den Atomen besondre Wächter, kleine Geschöpfe ohne Beharrungsvermögen, von ausserordentlicher Sinnesschärfe oder Intelligenz und wunderbarer Beweglichkeit. Die Körper-Atome lässt er aus Wirbeln eines continuirlichen Stoffes hervorgehen. Maxwell führt die Fernwirkungen zurück auf Beziehungen sich berührender Teile einer continuirlichen Substanz — Die Bestreitung von Isenkrahes Construction elastischer Moleküle aus

*) Theorie der Newtonschen Gravitation und des Mariotteschen Gesetzes. Koenigsberg 1874.

**) Die allgemeine Bewegung der Materie als Grund-Ursache der Natur-Erscheinungen. Wien, 1872.

***) Die Einheit der Naturkräfte. Leipzig, 1876.

unelastischen Atomen mag physikalisch um so mehr zugelassen werden, als in der That letztre sich schlecht vertragen mit der Erhaltung der Energie; wenn aber D. erwartet, ein Bergkry stall wiege mit aufrechter oder horizontaler Achse zur Wagschale verschiedentlich, weil er optisch und thermal abweichendes Verhalten zeige, so klingt dies nicht viel besser, als wenn behauptet würde, zehn Kugeln von je ein Gramm Gewicht wögen zwar zehn Gramm, wenn man sie dicht aneinandergereiht auf die Wage legte, dagegen ein Beliebige mehr oder weniger, wenn sie im Kreise, zu einem Stern oder kreuzförmig geordnet aufgesetzt würden, da ja doch der optische Anblick und wol auch die Wärmeleitung in diesen Fällen ganz anders sei. — Die Materie an sich hält D. für durchaus unerkennlich. Die in Raum und Zeit an ihr verlaufenden Erscheinungen geschehen durch stehende Schwingungen von Vibrations-Atomen bei vollkommener Bewahrung der Elasticität und der elastischen Kraft. Der Materie kommt Nichts zu als Unbegrenztheit. Die rotatorischen Bewegungen in ihr sind an ruhenden Körpern geschlossene, an bewegten offene Kurven, welche zur allseitigen Widerstandfähigkeit doppelt gekrümmt sind. Solche Wirbelfäden durchziehen die Körper in verschiedenen Richtungen und gestalten sich in der Fortpflanzung zu fortschreitenden oder stehenden Wellen. Alle Eigenschaften der Körper fließen aus der verschiedenen Periodicität ihrer innren Bewegungen. Alle Ausdehnungen sind partial. Chemische Proportionen, Isomerien, Allotropie sind aus internen mechanischen Vorgängen erklärlich. Das innere Virial ist der als Druck nicht äusserbare Energietheil; das äussere die lebendige Kraft geradlinig fortschreitender Atome. Das Ergal ist eine Kräftefunktion als Arbeitsvorrat der Körper oder mechanisches Aequivalent der Wärmelatenz. Die Total-Energie wird durch sämmtliche Bewegungen dargestellt. Gravitationswellen, an den Weltkörpern concentrirt, deren jeder ein partielles Attractionscentrum werden kann, weil er die anprallenden Schwingungen theils absorhirt, theils ablenkt, theils zurückwirft, werden als Licht- und Wärme-Wellen ausgestrahlt, welche keineswegs prähistorische Reste, sondern stets erneuerte Vorgänge sind. —

Groshans, J. A.; Ein neues Gesetz, analog dem Gesetz von Avogadro. — Uebers. von F. Roth. — Leipzig, 1882; Barth.

Der in Rotterdam der juristischen Praxis lebende Forscher welchem ich an dieser Stelle für das durch gefällige Vermittlung des Barth'schen Verlages mir gespendete Frei-Exemplar seiner interessanten Schrift ergebenen Dank ausspreche, vergleicht die beim Siedpunkte gemessenen Dichten mehrerer Verbindungs-Gruppen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, den Summen dieser Atome sie proportional findend, wenn die Bedingungen der miteinander verglichenen Körper die nämlichen sind. Zusammenstellungen auf S. 1. 2. und 4. führen zu folgendem Gesetz:

Bei den Siedepunkten sind die Dichten der Körper den resp. Summen ihrer Atome proportional.

Das Gesetz gilt wahrscheinlich überhaupt für correspondirende Temperaturen sowol flüssiger als gasförmiger Stoffe.

Sein mathematischer Ausdruck ist für das Verbindungs-Schema:

$$\begin{array}{l} C_p H_q O_r \\ C_p, H_q, O_r, \end{array} \quad \text{worin} \quad \begin{array}{l} p+q+r=n \\ p, +q, +r, =n, \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} D \\ d \end{array} \right\} = \frac{n}{n}.$$

Die Stellung des neuen Gesetzes zu ähnlichen gestaltet sich so:

Bedingungen des Avogadro'schen Gesetzes:	gleicher Druck, gleiche Temperatur.
Gay Lussac „	gleicher Druck, verschied. Temperatur.
Mariotte	verschiedener Druck, gleiche Temperatur.
neuen „	„ gleicher Druck, correspondirende Temperatur.

Als Folgerungen des letzteren erscheinen: Die Bestätigung der Aufstellung $C=12, O=16$. Die Proportionalität aller correspondirenden Temperaturen, vom absoluten Nullpunkt an gerechnet. Die comparative Ausdehnung der flüssigen Körper.

Zwischen dem flüssigen und dampfförmigen Molekularvolumen eines Körpers herrschen zuweilen einfache Beziehungen. Die Siedepunkte drücken gleichzeitig zwei Wirkungen der Wärme aus, einerseits Temperaturen, anderseits Raumgrößen. Zwischen verschiedenen Kategorien flüssiger Körper bestehen einfache Beziehungen; besonders unter den sogen. Estern ($C_n H_{2n} O_2$).

Einige Stoffe, wie Kohlenoxyd, Kohlensäure, schwefelige Säure gehorchen keinem der vier obigen Gesetze. Vielleicht liegt die Ursache dieser Abweichung darin, dass jene Verbindungen aus allotropen Molekülen zusammengesetzt sind, deren Siedepunkte, wenn man sie einzeln bestimmen könnte, bei verschiedenen Temperaturen liegen. —

Es könnte befremden, dass in der Reihe von Systemen über molekulare oder atomistische Constitution der Materie hervorragende Namen wie Dalton, Clausius u. A. nicht erwähnt sind. Alle besondern Ergebnisse von bestimmten Forschungen zumal experimentaler, doch auch mathematischer Art gehören jedoch in den zweiten Teil. Hier sollen nur noch einige Titel einschlägiger Untersuchungen angehängt werden:

Würtz; *La théorie atomique*. Paris, 1880. III. Ed. Baillière.

Meyer; die modernen Theorien der Chemie (chemische Mechanik: I. Die Atome, II. Statik, III. Dynamik der Atome) Breslau, 1880. Maruschke und Berendt.

Aus der Molekular-Welt. (Festschrift an einen berühmten Chemiker von einem Fachgenossen, als Manuskript gedruckt) II. Abdr. Winter in Heidelberg. 1882. —

Die Lehre von der chemischen Valenz und ihr Verhältniss zur elektrochemischen Theorie; von Albrecht Rau. — Leipzig, 1879; Barth.

Van der Waals; der Zusammenhang des gasförmigen und flüssigen Zustandes. Uebers. mit Zusätzen von F. Roth. Leipzig, 1881; Barth.

Die kinetische Theorie der Gase in elementarer Darstellung mit math. Zusätzen von Dr. Oskar Emil Meyer; Prof. d. Physik der Univ. Breslau (1. Molekulare Bewegung und ihre Energie. 2. Die molekulare Weglänge und die durch sie bedingten Erscheinungen. Breslau, 1881; Maruschke und Berendt.

Die Kraft und Materie im Raume von A. Turner. II Aufl. mit 10 Tfln. 8^o 220 S. Frankfurt a./M., 1882; Winter. — (1. Ueber die Natur des Stoffes und seine Relationsverhältnisse. 2. Atomverbindungen. 3. Die Natur der Moleküle und ihre Verbindungen.) —

Thermochemische Studien (Neutralisation) von Julius Thomsen, Prof. in Kopenhagen. — Leipzig, 1882; Barth.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der naturforschenden Gesellschaft Bamberg](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Hoh Theodor

Artikel/Article: [Entwicklungs-Geschichte der physikalischen Atomistik 1-30](#)