

gen Andeutungen jedenfalls gezeigt zu haben; es gehört nur der Wille dazu, sie dazu zu brauchen, genügt aber auch dazu. Ein Anderer kann denselben Stab dann auch wohl brauchen, auf den Glauben loszuschlagen; es gehört auch nur der Wille dazu; die Atomistik an sich macht keinen Gott, und leugnet keinen Gott. Doch bleibe ich dabei stehen: eine atomistische Welt ist ein der erhabensten Idee von Gott würdigerer und ein unsagbar schönerer Bau, als die dynamische.

Die dynamische Ansicht der Dinge gleicht dem Nebel, der in zusammenhängendem Schein die Gegend bedeckt, und sein Wogen und Ziehen und Fliehen den Dingen substituirt, die er verdeckt. Der zusammenhängende Nebel muss sich in unzusammenhängende Regen- und Thautropfen auflösen; daraus kommt Fruchtbarkeit und Klarheit, und die Dinge erscheinen in ihrem Glanze.

XIII. Resumé der physikalischen Atomistik.

Ziehen wir endlich noch kurz die Summe Dessen, was wir bis jetzt von Hauptpunkten in Sachen der Atomistik als sicher oder mit überwiegender Wahrscheinlichkeit festgestellt halten dürfen, so scheint es uns Folgendes zu sein; und nur dieser Kern und Grundstock der Atomistik aus unter sich zusammenhängenden, durch den Zusammenhang der Thatsachen selbst gefoderten, von den vorzüglichsten Vertretern der Atomistik übereinstimmend anerkannten Sätzen ist es, auf den sich die Rechtfertigung in dieser Schrift bezieht; denn ich sage nochmals: wir können weder Voreiligkeiten noch Absurditäten, wie sie in Sachen der Atomistik so gut als in jeder andern Lehre aufgestellt sind, rechtfertigen wollen, und will der Philosoph sie angreifen, wir geben sie ihm preis, doch damit nicht die Atomistik.

Die wägbare Materie ist räumlich in discrete Theile getheilt zu denken, wozwischen eine unwägbare Substanz (Aether) sich findet, über deren Natur und Verhältnisse zur wägbaren Materie zwar noch nach vieler Hinsicht Unsicherheit besteht, die aber jedenfalls nicht minder als jene räumlich zu localisiren und in discrete Theile getheilt zu denken ist, wozwischen nun entweder ein absolut leerer Raum besteht oder

nur ein Etwas ist, was von der Philosophie immerhin ihrer Idee der Raumerfüllung zu Liebe angenommen werden mag, aber keinen Einfluss mehr auf die physischen Erscheinungen hat, also auch nicht vom Physiker berücksichtigt werden kann, oder nur in einer ähnlichen Weise den Raum erfüllt, als man von der Gravitation freilich auch sagen kann, sie erfülle und durchdringe mit ihrer Wirksamkeit den Raum, dessen ungeachtet aber doch genöthigt ist, sie noch an besondere discrete Centra anzuknüpfen, von denen aus sie als wirkend angesehen werden muss. Sämmtliche kleinste Theile (Atome), sowohl die dem Wägbaran als Unwägbaran angehören, stehen wie die Weltkörper, an denen man überhaupt viele ihrer Verhältnisse erläutern kann, durch Kräfte mit einander in Beziehung, und gehorchen denselben allgemeinsten Gesetzen des Gleichgewichts und der Bewegung, die in jeder exacten Mechanik für grosse und kleine, wägbare und unwägbare Massen als in Eins geltend aufgestellt werden. - Die letzten Atome sind entweder an sich unzerstörbar oder es sind wenigstens im Bereiche der Physik und Chemie kein Mittel gegeben, sie zu zerstören, und liegen keine Gründe vor, eine je eintretende Zerstörung oder Verflüssigung derselben anzunehmen.

Von diesen letzten Atomen vereinigen sich im Gebiete des Wägbaran mehr oder weniger zu kleinen Gruppen (sog. Moleculen oder zusammengesetzten Atomen), die weiter von einander entfernt sind, als die Atome in jeder Gruppe für sich; eine Stufenleiter, die sich noch höher bauen kann, so dass kleinere Gruppen sich abermals zu grössern vereinigen. (Diejenigen Gruppen, in welche ein Körper zunächst zerfällt, nennt man wohl seine integrirenden Partikeln). Diese zusammengesetzten Atome, Molecule, können allerdings disaggregirt werden und ihre Bestandatome sich in neuen Verbindungen zusammenstellen.

In umgekehrter Richtung verfolgt, kann man sagen, die Körper gliedern und untergliedern sich im Allgemeinen in grössere und kleinere Gruppen von Theilchen, herab bis zu letzten Atomen, von denen wohl jene, aber nicht diese zerstörbar sind.

Vom Abstände der letzten Atome ist nur so viel gewiss, dass er sehr gross im Verhältniss zu den Dimensionen der betreffenden Atome. Von den absoluten Dimensionen der Atome, ja ob die letzten Atome angebbare Dimensionen haben, ist nichts bekannt.

Den Moleculen oder zusammengesetzten Atomen kann eine be-

stimmte Gestalt als Umriss der von ihnen befassten Gruppe beigelegt werden, von der Gestalt der letzten Atome ist nichts bekannt.

Die Kräfte der Atome sind theils anziehender, theils abstossender Natur; mindestens ist es bis jetzt noch nicht geglückt, sie auf bloß anziehende zurückzuführen. Sie wirken nach Functionen der Distanz der Theilchen. Das genaue Gesetz der Kräfte ist nicht bekannt.

Im Allgemeinen herrscht jetzt unter den Physikern die Annahme vor, dass die wägbaren Atome sich gegenseitig anziehen, die Aetheratome sich abstossen, zwischen wägbaren Atomen und Aetheratomen aber Anziehung stattfindet. Jedes wägbare Atom oder Molecul hält man von einer verdichteten Aetheratmosphäre umgeben, und die zwischen den Aethersphären stattfindende Abstossung mit der Anziehung der wägbaren Kerne untereinander in Conflict tretend.

Poisson, eine der vorzüglichsten Autoritäten in diesem Gebiete, dessen Annahme von Wilhemi in seinem „Versuch einer mathematisch-philosophischen Theorie der Wärme. Heidelberg 1851“ ausführlicher erörtert worden ist, äussert sich (im Journ. de l'école polyt. 1829, cah. 20) über die Molecularkraft wörtlich wie folgt:

p. 4 „Toutes les parties de la matière sont soumises à deux sortes d'actions mutuelles. L'une est attractive, indépendante de la nature des corps, proportionnelle au produit des masses, et en raison inverse du carré des distances; elle s'étend indéfiniment dans l'espace et produit la pesanteur universelle et tous les phénomènes d'équilibre et de mouvement qui sont du ressort de la mécanique céleste. L'autre est attractive ou répulsive; elle dépend de la nature des particules et de leur quantité de chaleur: son intensité décroît très rapidement quand la distance augmente et devient insensible, dès que la distance a acquis une grandeur sensible Indépendamment de la matière pondérable, dont elle est formée, chaque molécule renferme en outre une certaine quantité de la substance impondérable, à laquelle on attribue les phénomènes de la chaleur. Cette substance est retenue plus ou moins fortement dans la molécule par l'attraction de la matière pondérable. Une partie s'en échappe en chaque instant sous forme rayonnante; une autre partie provenant de ce rayonnement des autres particules, est absorbée et réfléchié à la rencontre de cette molécule... La quantité de calorique contenue dans le vide doit être regardée comme insensible en égard à celle qui s'attache aux particules matérielles, car d'après une expérience de Gay-Lussac, lorsqu'on diminue ou que l'on augmente sensiblement un espace vide, on ne voit se manifester aucune variation de chaleur, ni dans cet espace, ni dans les corps environnants, contrairement à ce qui arrive, dès que ce même espace contient un peu d'air ou d'un gaz quelconque. Il résulte de là que les forces répulsives que nous considérerons ne peuvent émaner que des points matérielles des corps, et nullement des espaces vides qui séparent les molécules. Celles-ci peuvent encore renfermer les fluides électriques ou magnétiques.“

Uebrigens ist noch nicht ins Sichere und Klare gebracht, weder wie die Wirkungen des Ponderabeln und Imponderabeln in den Körpern auseinanderzuhalten, noch wiefern die Molecularkräfte, auf die man recurirt, Grundkräfte oder resultirende sind, noch wiefern die Körperwärme auf Schwingungen der wägbaren oder unwägbaren Atome

oder beider zu beziehen sei, und selbst wiefern es sich dabei wesentlich um Schwingungen handle. Insbesondere über die Wärme der Gase sind neuerdings (von Krönig und Clausius) eigenthümliche, mindestens von gewisser Seite her sehr probable, Ansichten aufgestellt worden, welche von vielen Physikern getheilt werden.*)

Was die Constitution des Aethers im Himmelsraume und in den Körpern insbesondere anlangt, so besteht er bemerktermassen nicht minder als die wägbaren Körper aus Theilchen, die in Entfernungen von einander befindlich sind. Diese Entfernungen sind so gross, dass die Dimensionen der Theilchen dagegen verschwinden. Eine Schwere des Aethers kann, wenn sie stattfindet, bei allen Erscheinungen des Lichts gegen die andern Kräfte, wovon diese Erscheinungen abhängen, vernachlässigt werden, so dass der Aether in diesem Bezuge sich als nicht schwer ansehen lässt. Ob er den Bewegungen der Weltkörper einen Widerstand entgegensetzt, ist noch nicht ganz entschieden. Er ist zwar nicht ganz incompressibel,**) seine Theilchen lassen sich aber ohne Vergleich leichter gegen einander verschieben, als durch Zusammendrückung einander nähern. Er ist im Besitze der vollkommensten Elasticität, d. h. die Kraft, mit der ein aus der Lage seines Gleichgewichts (Ruhepunkt) gebrachtes Aetheratom in diese Lage zurückzukehren strebt, ist der Entfernung vom Ruhepunkte genau proportional. Vermöge seiner Elasticität sind die Theilchen des Aethers eben so einer Schwingung fähig, als die Theilchen der Luft, wenn sie durch irgend eine Ursache aus der Lage des Gleichgewichts gebracht sind, und diese Schwingungen pflanzen sich von Theilchen zu Theilchen auf analoge Weise fort, als die Schallschwingungen in der Luft, und bringen dadurch die Erscheinungen des Lichts und der Strahlwärme hervor, welche sich wie es scheint, wesentlich nur durch eine verschiedene Schnelligkeit der Schwingungen unterscheiden. Die Schwingungen, durch welche diese Erscheinungen hervorgerufen werden, sind transversal, nicht longitudinal, d. h. nicht nach der Länge des Strals, sondern quer dagegen gerichtet, und so klein, dass sie nur sehr wenig im Verhältniss zum gegenseitigen Ab-

*) Vergl. über letzten Punkt Krönig in Pogg. Anm. XCIX. 315 (Fortschr. d. Phys. 1856. 352). Clausius, Pogg. C. 253, GIII. 644. Kosen, Pogg. CI. 427. Hoppe, Pogg. CIV. 279. Redtenbacher, Pogg. CIV. 285. Helmholtz, Fortschr. d. Phys. 1856. 354. u. s. w.

**) Vergl. in dieser Beziehung die neueren Erörterungen von L. Neumann in seinem Schriftchen: die magnetische Drehung der Polarisationsene des Lichts. 1863. S. 34 ff.

stande der Aethertheilchen betragen. Die Dichtigkeit und Elasticität des Aethers ist in Körpern von verschiedener Beschaffenheit verschieden. Man unterscheidet absolute Elasticität als die ganze Kraft, womit ein beliebiges Theilchen des Aethers in die Lage seines Gleichgewichts zurückkehrt, wenn es um eine gegebene kleine Weite aus dieser Lage abgelenkt wird, messbar durch den kleinen Geschwindigkeitszuwachs, den es bei gegebener Ablenkung durch diese Kraft erhält, und spezifische Elasticität, d. i. die absolute Elasticität, dividirt durch die Dichtigkeit des Aethers, messbar durch das Quadrat der Geschwindigkeit, mit welcher sich Schwingungen fortpflanzen, die in der Richtung geschehen, nach welcher die Elasticität betrachtet wird, als welche in doppeltbrechenden Körpern nach verschiedener Richtung verschieden ist.*) Die spezifische Elasticität ist in den brechenden Mitteln kleiner als im sog. leeren Raume;***) in wiefern aber die Aenderungen derselben vielmehr von Aenderungen der absoluten Elasticität oder Dichtigkeit abhängen, ist nicht sicher entschieden.

Je nachdem man annimmt, dass die absolute Elasticität des Aethers in allen Körpern gleich und nur die Dichtigkeit veränderlich ist oder umgekehrt, hat man die Schwingungsrichtung für senkrecht auf die Polarisationssebene oder für coincidirend damit anzusehen.***). Erstere Ansicht wird von Fresnel, Angström, Guiddinger, Lorenz und späterhin von Cauchy (in Comptes rend. 1836. Pogg. Ann. XXXIX. 50) vertreten, letztere von Neumann (Pogg. Ann. 1832. XXV. S. 451), Mac Cullagh, Janin, Babinet, Holtzmann und früherhin von Cauchy (in seinen Exercices. und in seiner Dispersion). Neuere Versuche von Quincke†) sprechen für die letztere Ansicht. Sie stützen sich auf das mindestens höchst wahrscheinliche Princip, dass die Phase von Stralen, deren Schwingungen in der Einfallsebene liegen, sich mit dem Einfallswinkel mehr ändern muss als die der Stralen mit Schwingungen senkrecht zur Einfallsebene, welche sogar wahrscheinlich bei allen Einfallswinkeln dieselbe Phasenänderung erleiden. Indessen wird diess Princip doch nicht von allen Physikern für ganz evident gehalten.

*) Das Verhältniss der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes in zwei brechenden Mitteln ist nach der Undulationstheorie dasselbe, was der Einfallssinus zum Brechungssinus hat (nach der jetzt verlassenen Emissionstheorie umgekehrt). Wegen der transversalen Richtung der Schwingungen steht die Richtung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes senkrecht auf der Richtung der Elasticität, vermöge deren diese Fortpflanzung geschieht und wovon ihre Geschwindigkeit abhängt.

***) Nach ganz neuer Untersuchung sollen einige Metalle eine Ausnahme hiervon machen.

****) Vgl. Janin in Ann. de Chin. et de phys. 1860. LIX. p. 413.

†) Berlin, Monatsber. Dec. 1862. S. 714.

So sieht man nun freilich, was schon oben zugestanden worden, die Atomistik auf ihrem heutigen Stande lässt noch gar Vieles unbestimmt; und gerade Das, was der Philosoph am liebsten wissen möchte, um den Physiker dabei zu fassen, die Ansichten des Physikers über Gestalt, Grösse, Dichtigkeit, Masse der letzten oder Grundatome, die Grundverhältnisse des Wägbaren und Unwägbaren, lässt sie bis jetzt dahin gestellt, weil sie darüber noch nicht zu entscheiden weiss, wenn schon nicht ohne Hoffnung, es werde künftig noch gelingen.

Das ist nun einmal der Gang einer sicher fortschreitenden Erfahrungswissenschaft, Schritt für Schritt das Feld zu erobern, um nicht im Streben, auf einmal Alles zu haben, auch Unsicherheit mit über das zu verbreiten, was man sicher hat.

Nun sagt vielleicht mancher Philosoph, unzufrieden, dass wir ihm nicht genug zu bestreiten übrig lassen, ja wohl seine ganze Handhabe des Angriffs der Atomistik nehmen: wie kommst du doch dazu, die Atomistik so zu beschneiden? Die heutige Atomistik ist gar nicht so bescheiden, wie sie hier dargestellt wird; denn da und dort, in hundert Schriften, ist von Gestalt und Grösse, von andern Eigenschaften der Atome die Rede. Du vertrittst hier wohl gar deine particuläre Ansicht von der Atomistik, indem du sie auf jene paar Punkte reducirst und zu jeder Bestimmtheit eine Unbestimmtheitfügst. So wenig du aber darauf eingehen magst, die particulären Ansichten der einzelnen Philosophen zu berücksichtigen, vielmehr dich an die Philosophen im Allgemeinen wendest, kannst du verlangen, dass dir's anders geht.

Aber Das, was ich von der Atomistik hier aufgestellt und bisher vertheidigt habe, ist keineswegs meine particuläre Ansicht; sondern es ist eben von der Atomistik Das, worin alle Atomistiker übereinstimmen, und nur eben Das, worin sie nicht einstimmen, was Sache particulärer Ansicht von Diesem oder Jenem ist, wird hier nicht in Schutz genommen, vielmehr dahin gestellt. Und selbst darin steh' ich nicht allein, dass ich nur eben Das von der Atomistik sicher halte. Vielmehr dürfen gerade die hauptsächlichsten Vertreter und Föderer der Atomistik nicht mehr davon für gewiss halten (jedenfalls nehmen sie in ihren Forschungen auf wesentlich nicht mehr Bezug); und es gilt, wenn man eine Sache vertheidigen oder bekämpfen will, nicht auf den Durchschnitt Derer, die sie im Munde führen, sondern die hauptsächlichsten Derer, die sie zu brauchen, zu handhaben, und zu fördern wissen, zu achten. Wollen also die Philosophen jene Physiker bestreiten, die voreilig über

Dinge entscheiden, die noch nicht zu entscheiden sind, so, um es zu wiederholen, bestreiten sie weder mich noch die festen Grundpunkte der Atomistik, für die ich streite, sondern bestreiten Das, wogegen ich selber streite.

Aber, sagt der Philosoph, was hat eine Ansicht noch für Werth, die sich über die wichtigsten Punkte nicht entscheidet? Lässt sich doch gegen eine solche Ansicht gar nicht einmal streiten, wenn man die Punkte, um die sich's handelt, nicht bestimmt vor Augen hat.

Nun, dünkt dem Philosophen die heutige Atomistik noch nicht werthvoll genug, so würde auch der Physiker seinerseits es gern sehen, wenn ihn der Philosoph mit einer werthvollern beschenke. Aber soll er den Thaler wegwerfen für einen leeren Beutel, der, wäre er voll, freilich dem Thaler vorzuziehen? Wie viel Werth aber doch der Physiker und selbst der philosophische Physiker schon auf die Atomistik zu legen hat, so mangelhaft als sie noch heute ist, glaube ich im Bisherigen zur Genüge gezeigt zu haben. In der That, alle erörterten Vortheile derselben für die Undulationstheorie, die Verknüpfung der Wärmephänomene, die Behandlung der Erscheinungen, die in Bezug zur Grundconstitution der wägbaren Körper stehen, sind eben nur abhängig von der Annahme der Discretion der Körper- und Aethertheile und jenen allgemeinsten Bestimmungen, die damit in Beziehung treten, nicht abhängig von der nähern Bestimmung, wie die letzten Theile nach Form, Masse, Grösse sich verhalten, noch wie ihr Begriff in letzter Instanz philosophisch auszudeuten ist, noch welches Grundverhältniss zwischen Wägbarem und Unwägbarem besteht. Von solchen nähern Bestimmungen der Ansicht wird aber dereinst die genauere Erklärung des Details der Erscheinungen abhängen.

Sagt aber der Philosoph, gegen eine so unbestimmte Ansicht ist nicht zu streiten, warum doch streitet er dagegen, wenn er sie zu unbestimmt findet, um zu entscheiden, ob sie wahr oder falsch. Nun aber ist die Atomistik, wie sie oben aufgestellt worden ist, allerdings in so weit bestimmt genug, dass man ein Object einer eingehenden Prüfung daraus machen kann, vorausgesetzt, man hat die Vorkenntnisse dazu; wo nicht, so liegt die Unbestimmtheit vielmehr auf Seiten Derer, denen es daran fehlt. Gewiss ist sie so, wie sie ist, ein viel bestimmteres Object der Untersuchung, als die gegentheilige Ansicht mit ihren zerfliesslichen Begriffen.

Zusatzcapitel.

Die folgenden Capitel gehen auf manche Punkte ein, deren Betrachtung eigentlich über den Zweck einer Rechtfertigung der physikalischen Atomistik hinausgreift, auf deren Inbetrachtung aber hier kaum verzichtet werden konnte, weil sie gewöhnlich in untriftiger Vermengung mit denen, welche die physikalische Atomenfrage selbst betreffen, behandelt werden, oder noch untriftiger die Atomenfrage gar von ihnen abhängig gemacht wird; und es daher nicht ohne Belang war, zu zeigen, dass die Atomistik, wenn sie auch an jenen Punkten nicht hängt, doch eine Erörterung derselben nicht zu scheuen hat, die freilich dann auch eine sehr andere Gestalt als im Sinne der Gegner der Atomistik annehmen muss. Nicht in Abrede stelle ich, dass hiebei eigene philosophische Ansichten mit zum Vorschein kommen werden, die man eigenthümlich nennen mag, in sofern sie von den herrschenden dadurch sehr abweichen, dass sie sich den gültigen physikalischen genau anschliessen; sondern eben deshalb diese Capitel als Zusatzcapitel von den vorigen ab, welche die Begründung der physikalischen Atomistik ganz unabhängig von irgend welchen, also auch meinen eigenen, philosophischen Ansichten über das Wesen von Materie, Kraft, Gesetz u. s. w. auf dem objectiven Boden physikalischer Thatsachen selbst betreffen. In der folgenden, speciell als philosophisch bezeichneten, Abtheilung würden diese Zusatzcapitel deshalb keine passende Stelle gefunden haben, weil es sich daselbst vielmehr um einen philosophischen Abschluss der physikalischen Atomistik, als Erklärungen über philosophische Grundbegriffe handelt, wovon hier grossentheils zu handeln sein wird.

XIV. Vorbetrachtung.

Ich glaube nicht zu irren, wenn ich sage, dass so ziemlich in allem Streit der Philosophen unter einander wie mit den Philosophen ein guter Theil Wortstreit ist. Unstreitig liesse sich dieser vermeiden, wenn