

Enthält die chemisch-physikalische Atomtheorie Widersprüche?

Von P. A. Linsmeier S. J. in Mariaschein (Böhmen).

Von einer Seite wird diese Frage mit aller Bestimmtheit bejaht, von einer anderen dagegen ebenso entschieden verneint. Auf die erste Seite stellt sich ein Werk der neuesten Zeit, das im ‚Jahrbuch‘ bereits eine kurze Besprechung gefunden hat.¹⁾ Dasselbe widmet der ‚Widerlegung des Atomismus‘ ein eigenes Capitel (S. 46—85). Seite 52 wird der Atomistik der harte Vorwurf gemacht, dass „sie nicht bloss einen Widerspruch in sich schliesst, sondern viele“; Seite 49 der kaum geringere, dass sie an Mängeln leide, „welche ihr sogar den Charakter der Hypothese streitig machen.“

Diese so allgemein und schroff hingestellten Behauptungen sind verletzend für alle jene, welche diese Theorie lehren, und es sind deren nicht wenige an Hochschulen sowohl als an Mittelschulen. All’ denen wird da unterschiedslos gesagt, dass sie eine Ansicht vortragen, welche viele Widersprüche enthält und nicht einmal den Werth einer Hypothese beanspruchen kann, also wissenschaftlich ganz werthlos ist — gewiss ein harter, ein verletzender Vorwurf für einen Lehrer.

Zweck dieses Aufsatzes ist es, die in jener ‚Widerlegung‘ behaupteten Widersprüche von der anderen Seite zu beleuchten.

Zunächst noch eine Vorbemerkung, wodurch die zur Sprache kommenden Punkte nach allen Seiten hin schärfer abgegrenzt werden. Die ‚Widerlegung‘ bezieht sich nicht bloss auf die chemisch-physikalische Atomtheorie, sondern auch auf deren verschiedene Ausbildungen durch die Mineralogen, Physiologen und neueren Philosophen.

¹⁾ Naturphilosophie im Geiste des hl. Thomas von Aquin, von Dr. Mathias Schneid. 3. umgearbeitete Auflage. Paderborn, Ferd. Schöningh. 1890. — Besprochen ist das Werk im ‚Jahrb.‘ III. Bd. (1890) S. 319 ff.

Hier soll aber, wie schon die Ueberschrift anzeigt, nur die streng chemisch-physikalische Atomtheorie berücksichtigt werden, und zwar, um den Fragepunkt noch genauer zu umschreiben, die Atomtheorie, wie sie sich in den gangbaren Lehr- und Handbüchern der Chemie und Physik vorzufinden pflegt. Diese letzte Einschränkung wird hinzugefügt, weil die Verfasser hier das chemische und physikalische Gebiet strenge einhalten, bei anderen Gelegenheiten erlauben sie sich wohl auch einmal einen Spaziergang auf philosophisches Gebiet. Wenn sie nun hiebei stolpern, so muss das jedem Einzelnen auf sein persönliches Schuldenconto geschrieben werden, Chemie und Physik kann man hiefür nicht verantwortlich machen.

Die erwähnte „Widerlegung“ bespricht die einzelnen Widersprüche des Atomismus von S. 52—61.

Erster Widerspruch. „Als Grundlage nimmt der moderne Stoffatomismus Atome an, die geometrisch ausgedehnt, aber nicht theilbar sind. Er setzt der Theilbarkeit der Atome eine Grenze, kann aber dafür keinen Grund angeben. . . Die statuirte Untheilbarkeit und Unauflöslichkeit ist darum etwas rein Willkürliches.“ (S. 52.)

Findet sich nun dieser Widerspruch in der chemisch-physikalischen Atomhypothese vor?

Die Untheilbarkeit des Atoms kann eine absolute sein oder eine relative, welche nämlich ihren Grund nur in der Beschränktheit unserer Hilfsmittel hat. Wenn ein Widerspruch stattfindet, so trifft er nur die Behauptung einer absoluten Untheilbarkeit, die relative verwickelt in keinerlei Widerspruch. Nun berechtigen weder die Bedeutung des gebrauchten Wortes, noch die Erklärungen, mit welchen diese Hypothese in die Chemie und Physik eingeführt wurde, noch die Erklärungen, welche heutzutage in den chemischen und physikalischen Lehrbüchern über Atom und Atomtheorie gegeben werden, zu der Behauptung, dass Chemie und Physik ihrem Atom eine absolute Untheilbarkeit, welche mit einer gleichzeitigen räumlichen Ausdehnung unvereinbar ist, zuschreiben.

Die Bedeutung des Wortes *ἀτομος* ist nach dem griechischen Wörterbuch von Passow: „Unzerscheidbar, untheilbar, zu klein zum Zerschneiden, daher von Allem sehr Kleinen.“ Die lexikalische Bedeutung des Wortes weist auf eine relative Untheilbarkeit hin oder schliesst sie doch ganz und gar nicht aus. Es kommt also jetzt darauf an, in welchem Sinne das Wort von den Physikern und Chemikern gebraucht wird.

Dalton, welcher die atomistische Hypothese zuerst in der Chemie einbürgerte,¹⁾ führt sie in seinem Hauptwerke also ein: „Diese Beobachtungen²⁾ haben stillschweigend zu dem allgemein angenommenen Schluss geführt, dass alle Körper von merklicher Grösse, ob flüssig oder fest, aus einer ungeheueren Anzahl von äusserst kleinen Theilchen oder Atomen der Materie bestehen, welche mit einander durch eine je nach den Umständen stärkere oder schwächere Anziehungskraft verbunden sind, die, als sie sich ihrer Trennung zu widersetzen strebt, sehr zweckmässig in diesem Sinne Anziehung der Cohäsion genannt wird.“³⁾ Eine Seite später heisst es: „Wir können daher schliessen, dass die letzten Theilchen aller homogenen Stoffe völlig gleich in Gewicht, Gestalt u. s. w. sind. Mit anderen Worten, jedes Atom Wasser ist gleich jedem anderen Atom Wasser; jedes Atom Wasserstoff ist gleich jedem anderen Atom Wasserstoff u. s. w.“ (S. 15.) Allein schon der Ausdruck: „Atom Wasser“ zeigt, dass Dalton mit dem Wort Atom nicht den Begriff einer absoluten Untheilbarkeit verband, denn anderweitig (S. 17) behauptet er ja, dasselbe sei aus je einem „elementaren Atom“ Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt.

Seite 16 steht folgende Bemerkung: „Die chemische Synthese und Analyse geht nicht weiter, als bis zur Trennung der Atome und ihrer Wiedervereinigung. . . . Alle Aenderungen, welche wir her-

¹⁾ Dalton pflegt in der chemischen und physikalischen Literatur als der Begründer der chemisch-physikalischen Atomtheorie angegeben zu werden. Eine atomistische Hypothese gab es schon vor ihm, schon im Alterthum, dieselbe wurde aber hauptsächlich, wenn nicht ausschliesslich, durch rein philosophische Speculationen ausgebildet und begründet; die specifisch chemische und physikalische Begründung und Ausbildung begann erst mit Dalton. Die geringfügigen physikalischen Erklärungen über Aggregatzustände, welche vor Dalton schon da waren und welche von diesem auch erwähnt werden, können, was Güte betrifft, gar nicht in Vergleich kommen mit der Erklärung der constanten Gewichtsverhältnisse durch Dalton, welche besonders mit ihrer nachherigen Ausdehnung auf die multiplen Proportionen durch Wollaston heute noch zu den besten und vollendetsten zählt, welche die Atomtheorie bietet, und deshalb ein Hauptgrund für deren Annahme auch heute noch ist. Der grosse Vorzug dieser Erklärung besteht darin, dass man klar einsieht, wie die zu erklärende Gesetzmässigkeit a) mit Nothwendigkeit und b) in genauer Uebereinstimmung mit den messenden Versuchen aus der Hypothese fliesst; die Erklärung der Aggregatzustände stand diesbezüglich weit zurück.

²⁾ Dieselben betreffen die drei Aggregatzustände, speciell die des Wassers.

³⁾ Ostwald's Classiker der exacten Wissenschaften, No. 3. S. 14.

vorbringen können, bestehen in der Trennung von Atomen, welche vorher im Zustande der Cohäsion oder Verbindung waren, und in der Vereinigung solcher, welche vorher getrennt waren.“

Aus diesen Erklärungen, womit Dalton die atomistische Hypothese in die Chemie einführte, wird man vergeblich eine absolute Untheilbarkeit der Atome herauszulesen suchen, dieselben decken sich vielmehr unbestreitbar mit der Annahme relativ untheilbarer Atome. Aber nicht einmal die relative Untheilbarkeit wird in den Vordergrund gestellt; da steht zunächst ein thatsächliches Getheiltsein der Materie in „äusserst kleine Theile“ und dann die unveränderliche Gleichheit des Gewichtes dieser kleinsten Theilchen, welche einem und demselben Körper, ob einfachem oder zusammengesetztem, angehören. Hieraus ist die Unveränderlichkeit der Atome bei allen chemischen Veränderungen oder deren Untheilbarkeit erst gefolgert worden. Dieselbe darf daher nie in einer Weise erklärt werden, dass über die durch das Gleichbleiben des Gewichtes gesteckten Grenzen hinausgegangen würde; die absolute Untheilbarkeit geht jedoch darüber hinaus. Der erste namhafte Physiker, welcher öffentlich für die neubegründete Atomtheorie eintrat, war Ampère; es geschah in einem 1814 veröffentlichten Briefe an den Chemiker Grafen Berthollet. Darin nennt er Molekel, was der jetzige Sprachgebrauch Atom nennt.¹⁾ ‚Molecula‘ ist aber das Verkleinerungswort von ‚moles‘, bedeutet demnach eine ‚kleine Masse‘, was genau dasselbe ist wie Dalton's „äusserst kleine Theilchen“ und ebensowenig die Vorstellung absolut untheilbarer Atome andeutet.

Diese einmal eingebürgerten Vorstellungen über die Atome haben sich bis jetzt in den chemischen und physikalischen Lehrbüchern erhalten. „Die Unwandelbarkeit der chemischen Elemente,“ so heisst es in einem der angesehensten Lehrbücher der Chemie,²⁾ „beweist auch nur, dass die von der Chemie angenommenen kleinsten Theilchen durch die uns zu Gebote stehenden Mittel nicht weiter getheilt werden können. Nur in diesem Sinne dürfen dieselben Atome genannt werden.“ Diese Erklärung lässt an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig.

¹⁾ Ostwald's Klassiker. No. 8. S. 23 f. und S. 49 Anmerkung 15.

²⁾ Graham-Otto's Ausführliches Lehrbuch der Chemie. 3. Aufl. Bd. I. Abthl. 2. S. 72. (Braunschweig, Vieweg. 1885.)

In ähnlicher Weise heben viele Lehrbücher der Chemie und Physik ganz ausdrücklich hervor, dass den Atomen nicht eine absolute, sondern nur eine relative Untheilbarkeit beigelegt werde. Viele Lehrbücher erklären das zwar nicht ausdrücklich, aber man kann ihnen deswegen nicht die Annahme absolut untheilbarer Atome unterschieben. Denn es ist schon überhaupt nicht zulässig, eine an sich unbestimmte Aeusserung eines Schriftstellers gerade so zu deuten, dass er in einen Widerspruch verwickelt wird, so lange auch eine andere, widerspruchslose Deutung möglich ist. Dann lässt sich aber hier noch insbesondere bemerken, dass man, auf streng chemischem und physikalischem Boden verbleibend, zu absolut untheilbaren Atomen gar nicht kommt, diese sind vielmehr das Product specifisch philosophischer Speculationen. Ob es ein Lehrbuch gibt, das ausdrücklich für absolut untheilbare Atome eintritt, ist mir unbekannt; wenn ein solches besteht, dann muss man dem Verfasser persönlich wegen seines misslungenen Philosophems Vorwürfe machen, der Physik oder Chemie kann man sie nicht machen.

Aber „man setzt der Theilbarkeit der Atome eine Grenze, kann jedoch keinen Grund dafür angeben. . . . Die statuirte Untheilbarkeit ist etwas rein Willkürliches.“

Relativ untheilbare Atome hat man nicht ohne Grund angenommen, derselbe fällt zusammen mit dem Grund, dessentwegen die Atomhypothese überhaupt in Aufnahme gekommen ist. Letzteres geschah zunächst deswegen, weil aus dieser Annahme das wichtige Gesetz der constanten Gewichtsverhältnisse (Dalton) und das der multiplen Proportionen (Wollaston) in vollkommen befriedigender Weise erklärt werden, indem sich diese beobachteten Gesetzmässigkeiten mit Genauigkeit und Naturnothwendigkeit aus der Hypothese ergeben. Unumgänglich nothwendig hiezu ist aber, dass z. B. alle Wasserstoffatome unter sich gleich schwer sind und bleiben, ebenso alle Sauerstoffatome unter sich gleich schwer, aber (rund) 16mal schwerer als die Wasserstoffatome; ebenso jedes einzelne Chloratom 35,5mal schwerer als das Wasserstoffatom u. s. w. Dieser Anforderung wird genügt durch die Annahme einer relativen Untheilbarkeit der Atome. Dieselbe ist demnach nicht unbegründet, nicht eine reine Willkürlichkeit oder aber man muss die ganze Atomhypothese etwas rein Willkürliches nennen. In weiterer Folge muss aber dann auch behauptet werden, dass die verschiedenen Annahmen, welche bei Entzifferung einer Geheimschrift (auch der Hieroglyphen

und Keilinschriften) gemacht werden oder wurden, reine Willkürlichkeiten sind; dass ebenso die einzelnen Bestandtheile der ehemaligen Copernicanischen Hypothese reine Willkürlichkeiten waren. Damit ist aber doch weit übers Ziel geschossen.

Nach all' dem Gesagten kann man ruhig behaupten, dass der erste hingestellte Widerspruch die chemisch-physikalische Atomtheorie der Lehrbücher nicht trifft.

In neuerer Zeit wird immer häufiger die Vermuthung ausgesprochen, es möchten etwa die Atome der heutigen Chemie noch weiter zusammengesetzt sein, vielleicht allesammt aus sogenannten Uratomen eines und desselben Stoffes, etwa des hypothetischen Lichtäthers. Aehnliche Vermuthungen sind seit Dalton schon öfters ausgesprochen worden; durch die Spectra der Elemente, deren Linienreichthum nach den neuesten Forschungen ein überraschend grosser ist, ebenso durch die Studien über die periodischen Reihen der chemischen Elemente werden diese Vermuthungen wieder recht nahe gelegt.

Wird aber nicht mit diesen Meinungen „die Hauptlehre des Systems, die Untheilbarkeit der Atome, aufgegeben“? — wie die „Widerlegung“ S. 53 von ähnlichen Anschauungen des P. Dressel behauptet.

Um einem leeren Wortstreit zu entgehen, braucht nur daran erinnert zu werden, dass Dalton selbst nicht die Untheilbarkeit der Atome an und für sich, sondern die Unwandelbarkeit ihres Gewichtes bei allen chemischen Veränderungen in den Vordergrund gestellt hat. Dieser Forderung wird aber nicht bloss dann genügt, wenn das chemische Atom nur ein einziges Theilchen stetiger Materie ist, sondern auch dann, wenn es aus 2, 3, . . . n noch kleineren unter sich getrennten Theilchen besteht, nur muss das chemische Atom eines und desselben Elementes bei allen Umwandlungen immer gleichviel (unter sich gleich schwere) Uratome enthalten. Diese Weiterbildung schliesst sich ganz ungezwungen und ohne allen Widerspruch an die Vorstellungen Dalton's und der Chemiker nach ihm; bis auf die heutigen herab, an.

Ganz ähnliche Weiterbildungen sind in der Geschichte der Chemie nicht unbekannt. Vor Davy hat man Kali, Natron und andere Alkalien für Elemente gehalten; dieser Forscher zeigte, dass sie Verbindungen eines metallischen Körpers mit Sauerstoff sind. Lange hielt man dafür, dass die elementaren Gase Wasserstoff, Sauerstoff,

Chlor u. s. w. eine Anhäufung von Atomen seien; die fortschreitende Forschung drängte zur Annahme, dass diese vermeintlichen Atome eigentlich schon Molekel sind und wenigstens aus zwei getrennten Theilchen oder Atomen bestehen. Auf der entgegengesetzten Seite hat die chemische Forschung dahin geführt, dass man in jüngster Zeit Molekel verschiedener Grade unterscheidet. Man denkt sich nämlich, dass 2, 3 oder mehr einfache Molekel (z. B. Wasser H_2O) zu einem innigeren Complex, zu einer Molekel höherer Ordnung ($2\text{H}_2\text{O}$ oder $n\text{H}_2\text{O}$) zusammentreten. Wie bei den gasigen Elementen zwei gleichartige Atome zu einer Molekel sich vereinigen können, so ist es auch möglich, dass zwei oder mehr gleichartige Molekel zusammentreten, um eine einzige grössere Molekel zu bilden.

Die letztgenannte Fortbildung der Atomhypothese ist bereits in vollem Gang, die in Richtung der Uratome hat aber nur erst Speculationen aufzuweisen, welche dem Experiment vorausgeeilt sind; über ihren Werth oder Unwerth kann erst die Zukunft entscheiden. Am ehesten dürften in der Spectralanalyse Anhaltspunkte gefunden werden, um in dieser Frage vorwärts zu kommen, ohne den specifisch chemisch-physikalischen Boden zu verlassen, d. h. so zu speculiren, dass die Resultate der Speculation durch nebenhergehende Versuche irgendwie geprüft oder controlirt werden können.

Um einem naheliegenden Einwand vorzubeugen, noch folgende Bemerkung. Die Systematik würde verlangen, vor Allem den Begriff des Atoms und der Molekel allseitig zu vollenden und festzustellen. Aber die Systematik kann erst dann zur Geltung kommen, wenn die Forschung auf dem fraglichen Gebiete zu einem gewissen Abschluss gekommen ist; denn die Forschung hat sich wohl nur selten einmal, die naturwissenschaftliche vielleicht nie, gerade in der Reihenfolge entwickelt, in welcher man hinterher die Einzelheiten anordnete. So muss man auch hier abwarten, bis die Forschung in den Gebieten, über welche sich die atomistische Hypothese ausbreitet, zu einem gewissen Abschluss gekommen sein wird; dann erst werden auch die Vorstellungen über Atome und Molekel eine verhältnissmässige Vollständigkeit erreicht haben.

Zweiter Widerspruch. „Während die antiken Atomisten eine ‚juxtapositio‘ der Atome annehmen, lassen viele jetzige Anhänger der Lehre die Atome sich gegenseitig durchdringen. Aber die Atome sind ausgedehnt und unauflöslich und nehmen folglich einen Raum ein. Wie kann man da von einem Durchdringen reden? Eine

solche Durchdringung ist nur denkbar, wenn wenigstens immer zwei Atome denselben Raum einnehmen, aber dies ist nur möglich mit Aufhebung aller Resistenzkraft. Die Impenetrabilität wird aber gerade von den jetzigen Atomisten als eine wesentliche Eigenschaft der Atome erklärt, ohne die das Atom gar nicht zu begreifen ist.“ (S. 53.)

Behauptet die chemisch-physikalische Atomtheorie eine gegenseitige Durchdringung der Atome?

Dalton spricht sich in ganz deutlicher Weise für die Nebeneinanderlagerung der Atome in der Molekel aus. Er stellt die verschiedenen Molekel durch verschiedene Figuren dar, worin er die Atome nebeneinander, nicht ineinander zeichnet, im Ganzen 17 Figuren für Verbindungen von 2 bis 7 Atomen zu einer Molekel. Die Erklärung, welche er den Figuren beigibt, ist diese. „Die Elemente oder Atome solcher Stoffe, welche wir gegenwärtig als einfach ansehen, sind durch kleine Kreise mit einem Unterscheidungsmerkmal bezeichnet; und die Verbindungen bestehen in der Nebeneinanderstellung zweier oder mehrerer derselben.“¹⁾

Gleichzeitig mit Dalton spricht Wollaston die Ansicht aus, dass wir bei fortschreitender Entwicklung „genöthigt sein werden, uns eine geometrische Vorstellung ihrer²⁾ relativen Anordnung in allen drei Dimensionen des körperlichen Raumes zu bilden“. Er verbreitet sich dann noch weiter darüber, wie die räumliche Anordnung der Atome in verschiedenen Molekeln gedacht werden könnte. (Ebendas. S. 25, 26.)

Auch die heutigen Chemiker denken sich die Atome in der Molekel neben einander und nicht einander durchdringend. Dafür spricht deutlich die weitläufige Behandlung der sogenannten Atomverketzung und die Aufstellung der Strukturformeln. Wenn hiebei die genauere räumliche Anordnung noch offene Frage blieb, so zeigen neueste Bestrebungen immer mehr Aussicht, dass auch hierüber zuverlässigere Vorstellungen gewonnen werden können. Hierbei wird die Nebeneinanderlagerung mit ausdrücklichen Worten behauptet und durch stereometrische Figuren verdeutlicht.

Die Physiker widersprechen den Chemikern hierin nicht, auch sie stellen sich die Atome einer Molekel nicht ineinander, sondern nebeneinander gelagert vor. Beleg hiefür ist z. B. die Erklärung

¹⁾ Ostwald's Klassiker No. 3. S. 18. Die Figurentafel ist am Ende des Heftchens.

²⁾ Der ‚elementaren Atome‘.

der Elektrolyse, sowohl die ältere nach Grotthus, als auch die jetzt übliche, welche von Clausius herrührt. Andere Belege hiefür finden sich in der mechanischen Wärmetheorie. Dasselbst unterscheidet man zwischen den Bewegungen, welche die Molekel als Ganzes macht, und den Eigenbewegungen der Atome in der Molekel; diese letzteren setzen aber eine Nebeneinanderlagerung der Atome voraus.¹⁾ Auf die Schwingungen der Atome einer Molekel führt man auch die Linienspectra der Gase und Dämpfe als auf ihre Ursache zurück. (a. a. O. 610.) Es soll hiermit nicht gesagt sein, dass diese Erklärungen schon vollendet und allseitig befriedigend sind, sie wurden nur erwähnt, um zu zeigen, dass sich die Physiker die Atome in der Molekel nebeneinander gelagert vorstellen.

Da nun die chemisch-physikalische Atomtheorie eine gegenseitige Durchdringung der Atome nicht behauptet, so findet sich auch der zweite behauptete Widerspruch in ihr nicht vor.

Die „Widerlegung“ bringt hierauf (S. 55) einige Stellen aus Atomisten, worin sich dieselben eine etwas poetische und phantasiereiche Sprache erlauben. Ich will diese Aeusserungen selbst nicht in Schutz nehmen, aber hervorgehoben muss werden, dass es keine ritterliche Kampfesweise und auch logisch unstatthaft ist, wegen ungeschickter Aeusserungen und misslungener Vergleiche einzelner Atomisten ganz allgemein von „Fabeln der Atomistik“ zu sprechen, „welche im Namen der exacten Forschung geglaubt werden sollen.“ (S. 56.) Die chemisch-physikalische Atomtheorie der Lehrbücher kennt derlei Fabeln nicht. Uebrigens würde es auch keinem der citirten Schriftsteller einfallen, jene Auswüchse der Phantasie als ein Product der exacten Forschung hinzustellen. In dem, wie mir scheint schroffsten Citat wird ausdrücklich beigefügt: „. . . um in einem etwas unzarten, aber anschaulichen Bilde zu reden.“

Der dritte Widerspruch, welchen die Atomtheorie enthalten soll, liegt darin, dass sie „den Atomen eine ‚actio in distans‘ beilegen muss; das aber ist etwas Widersinniges und Absurdes.“ (S. 56.)

Physiker und Chemiker sind sich dessen sehr gut bewusst, dass die Fernwirkung eine gewichtige Schwierigkeit der Atomtheorie ist, sie halten aber dieselbe nur für einen unaufgeklärten Punkt oder für eine stark fühlbare Lücke und nicht für eine an sich unlösliche Schwierigkeit, welche einem Widerspruch gleichkäme und die Un-

¹⁾ Mousson, Physik II. S. 93 und 99.

möglichkeit der Atomtheorie und ihre Verwerflichkeit zur nothwendigen Folge hätte. Grund ihrer Zuversicht ist, dass bei der allgemeinen Massenanziehung genau dieselbe Schwierigkeit vorliegt; sie ist hier sogar noch gesteigert wegen der grossen Abstände, welche z. B. schon in unserem Sonnensystem ganz ungeheure sind im Vergleich zu denen der Molekel.

Die Massenanziehung¹⁾ ist eine Thatsache, welche durch die Umläufe der Monde um die Planeten, der Planeten um die Sonne, durch zahlreiche und verschiedenartige Versuche mehrerer Forscher (Maskelyne, Cavendish, Reich, Cornu, Jolly u. s. w.) sicher gestellt ist. In dem Versuch von Cavendish zogen sich zwei Metallkugeln an; es würden sich auch ihre Hälften, ihre 3, 10, 100, . . . n^{ten} Theile angezogen haben, freilich um so schwächer, je geringer die Massen sind. Diese Abnahme lässt sich übrigens wieder durch grössere Annäherung vermindern. Mit den unbestimmten n^{ten} Theilchen kann man aber bis zu den hypothetischen Molekeln und Atomen gelangen. Oder wo und warum sollte früher eine Grenze gesetzt sein? Es ist immerhin möglich, dass die Molecularanziehung, wie es hier nahegelegt wird, nur ein specieller Fall der allgemeinen Massenanziehung ist, und dass Newton's Gravitationsgesetz nur eine Näherungsformel ist, verwendbar bei grösseren Entfernungen der Massen, während das allgemeinere Gesetz, welches alle, auch die moleculare Anziehung beherrscht, noch unbekannt ist.

Es wurden seit Newton bis in die neueste Zeit viele Versuche gemacht, die Gravitation zu erklären, bisher aber ohne Erfolg: die Allgemeinheit der Physiker verhält sich ablehnend gegen alle, wie die physikalischen Lehrbücher zeigen. Wenn nun diese Anziehung, welche augenfällige Thatsache ist, noch immer Räthsel bleibt, kann man es dem Physiker übel deuten, dass er die Anziehung der hypothetischen Atome und Molekel nicht zu erklären vermag? Jene Versuche wurden schon vor zwei Jahrhunderten begonnen, nach zeitweiligen Unterbrechungen immer wieder aufgenommen und bis in die Gegenwart fortgeführt; die chemisch-physikalische Atomtheorie ist erst am Beginn dieses Jahrhunderts begründet worden.

¹⁾ Das Wort „Anziehung“ sagt mehr als der sicher erkannten Thatsache entspricht; diese zeigt nur ein augenfälliges Streben der Körpermassen, sich einander zu nähern, nicht mehr. Der allgemeine Sprachgebrauch hat aber für jenen Ausdruck entschieden.

Der Physiker hat gar nicht nöthig, sich auf das endlose und unwirthliche Gebiet der hierher bezüglichen Streitfragen und Meinungsverschiedenheiten zu begeben, der Hinweis auf die Massenanziehung genügt zu seiner vorläufigen Deckung: was bei den grossen Massen der Himmelskörper und den kleinen Massen der Experimentatoren augenfällige Thatsache ist, das wird man umsonst bei den noch kleineren Atomen als Widerspruch hinzustellen versuchen.

Stellen sich die Physiker den Raum zwischen den Atomen und Molekeln absolut leer vor? — Nein, sie nehmen an, dass derselbe ebenso mit Aether erfüllt sei, wie die grossen Räume zwischen den Weltkörpern. Gegenwärtig denkt man sich diesen Aether wohl meist atomistisch und in steter Bewegung. Es ist nicht einzusehen, warum bewegte Aetheratome nicht auch ohne ‚actio in distans‘ Energie von Molekel zu Molekel übertragen könnten. Im bekannten elektrischen Glockenspiel wird ja auch elektrische Energie durch hin- und hergehende Kügelchen von einem Glöckchen zum anderen übertragen. — Sollte sich übrigens einmal herausstellen, dass man nur mit einem stetigen Aether das Auskommen finden kann, dann werden die Physiker diesen in ihre Hypothese aufnehmen. Die Aetherhypothese ist, nebenbei gesagt, auf streng physikalischem und chemischem Boden noch sehr wenig entwickelt; die Speculation hat sich zwar schon viel damit abgegeben, aber so lange nicht Versuche prüfend nebenhergehen, kann den Speculationen ein höherer Werth nicht beigelegt werden, sie sind Vermuthungen und Annahmen einzelner Physiker und Chemiker, aber keine chemisch-physikalischen Hypothesen oder Theorien.

Aber mit dem stetigen Aether verliessen ja die Atomisten die Fundamentallehre der Hypothese! Die Physiker und Chemiker halten die Hypothese nicht um ihrer selbst willen fest, sondern um der Wahrheit näher zu kommen; führt sie einmal das Suchen nach der Wahrheit auf andere Wege, so werden sie dieselben gehen. Uebertriebene Consequenzmacherei kann in der Naturforschung ebenso zu Irrungen führen, wie summa justitia oft auch summa injustitia werden kann.

Der vierte Widerspruch. Unter n. 4. werden S. 58 und 59 zunächst Widersprüche hervorgehoben, welche sich im dynamischen Atomismus vorfinden; derselbe steht nicht mehr auf streng chemisch-physikalischem Boden, er ist Product wesentlich philosophischer

Speculationen und liegt somit ausser den Grenzen, die für diesen Aufsatz gezogen wurden. Die Nummer wird aber mit allgemeineren Behauptungen abgeschlossen, welche einen harten Vorwurf gegen jede, auch die streng chemisch-physikalische Atomtheorie enthalten; diese müssen berücksichtigt werden.

S. 60 wird gesagt, „dass die Atomistik mit der Empirie in grellen Widerspruch tritt, indem sie die Sinnestäuschung zum Princip macht. . . . Damit aber tritt die Naturwissenschaft mit sich selber in Widerspruch; denn gerade sie ist es, die so viel auf den Augenschein hält und die nichts annehmen will, was sich nicht handgreiflich aufzeigen lässt. Hier macht sie das pure Gegentheil zum Princip. Augen und Sinne müssen geleugnet werden, wenn die Atome etwas erklären sollen. Damit aber entzieht sie sich selber den Boden, denn ohne die Wahrheit der Erfahrung ist die Naturwissenschaft dahin.“

Der Vorwurf ist täuschend, er verliert aber seinen Schein, wenn man sich an die Streitigkeiten über die Copernicanische Hypothese zurückerinnert. Auch zu Galilei's Zeiten wurde auf dieses Argument mit grosser Zuversicht gepocht. „Augen und Sinne“ müssen geleugnet werden, hiess es auch damals, wenn die Erde sich bewegt und die Sonne stille steht. „Diese Art zu philosophiren,“ so gibt Galilei¹⁾ den Einwurf seiner Gegner, „führt zum völligen Umsturz der gesammten Naturphilosophie²⁾ und bringt das Weltall in gänzliche Verwirrung.“

S. 236 wird die Beweisführung eines Anticopernicaners auszugsweise also gegeben. „Wenn man die Meinung des Copernicus annimmt, dann wird ein Kriterium der Naturphilosophie entweder ganz aufgegeben oder doch gewaltig erschüttert. Alle Philosophenschulen haben die Ueberzeugung, dass die Sinne und die Erfahrung uns beim Philosophiren Führer sind: nach der Copernicanischen Hypothese aber werden die Sinne glänzend getäuscht. Handgreiflich hat man's vor Augen, dass die schweren Körper genau vertical niederfallen und nicht im geringsten von der geraden Linie abweichen:

¹⁾ Galilei Systema cosmicum. Lugduni Batavorum. 1699. p. 29.

²⁾ Naturphilosophie und Naturlehre deckten sich damals noch vielfach; was nicht rein Experiment, Beobachtung oder Rechnung war, wurde auch so ziemlich zur Naturphilosophie gezählt. Auch Newton betitelt sein berühmtes ganz der Astronomie und Physik gewidmetes Werk: Philosophiae naturalis principia mathematica.

aber nach der Copernicanischen Lehre wird der Gesichtssinn in dieser so offen daliegenden Sache getäuscht und diese Bewegung ist nicht eine geradlinige, sondern zusammengesetzt aus einer geradlinigen und kreisförmigen.“

Und wiederum S. 243: „Aus dieser Meinung folgt nothwendig, dass man den Sinnen misstrauen muss, weil sie nämlich ganz und gar der Täuschung unterworfen oder unfähig sind, richtig wahrzunehmen, und dies selbst dann, wenn über allernächste Sinnesobjecte zu entscheiden ist. Welche Wahrheit könnten wir wohl mit einer Fähigkeit zu erlangen hoffen, die so sehr der Täuschung unterworfen ist.“

Noch zwei Jahrzehnte nach der ersten Veröffentlichung des ‚Systema cosmicum‘ (1632) führte selbst ein Fachmann, Riccioli (1651), die vermeintliche Sinnestäuschung als eine unübersteigliche Schwierigkeit gegen die Copernicanische Hypothese in's Feld. Näheres hierüber wurde schon früher einmal¹⁾ mitgetheilt.

Der Ausdruck Sinnestäuschung kann durch seine wörtliche Bedeutung leicht irre führen; nicht die Sinne sind es, welche täuschen oder getäuscht werden, sondern das die Sinneswahrnehmung begleitende Urtheil geht irre. Unser Sinneseindruck unterscheidet sich gar nicht von dem, welchen Aristoteles, Ptolomäus und alle späteren Anticopernicaner empfangen, unser Urtheil aber ist ein anderes geworden, im Urtheil war also auch der Fehler; dieses berücksichtigte nur den unmittelbaren Sinneseindruck allein und nicht auch noch andere zugehörige Thatsachen.

In ältester Zeit hielt man die Erde für ein ebenes Stück Land das auf dem Wasser schwimmt; erst als man zahlreichere Beobachtungen gesammelt hatte, kam man zu dem unausweichlichen Schluss, dass die Erde eine Kugel ist, welche frei im Weltraume schwebt. Lange Zeit glaubte man nun wieder, sie schwebe in Mitte des Weltalls ohne alle Bewegung und die Gestirne umkreisen sie. Als sich die Beobachtungen noch weiter vermehrt und vervollkommen hatten, da drängte das Studium eben dieser Thatsachen immer unausweichlicher zur Ansicht, dass die Erde nicht ruhe, sondern eine Doppelbewegung habe, eine um ihre Axe und eine um die Sonne. Ueberhaupt zeigt die Geschichte der Astronomie: je mehr Erfahrungs-thatsachen zur Urtheilsbildung herangezogen wurden, um so richtiger

¹⁾ Philos. Jahrb. IV. Bd. (1891) S. 1 ff.

und vollkommener wurden die Vorstellungen über das Weltgebäude. Man lese die Werke des Copernicus, Kepler, Galilei, Newton und vergleiche sie mit den Werken der entgegenstehenden Peripatetiker; man wird alsbald finden, dass jene nicht weniger, sondern viel mehr Beobachtungsthatsachen gekannt und bei der Urtheilbildung berücksichtigt haben, als diese ihre Gegner.

Ganz ebenso verhält es sich nun auch bei der Atomtheorie. Man lese nur ein Lehrbuch der theoretischen Chemie oder der Physik; wo immer von Atomtheorie oder deren Verzweigungen die Rede ist, da wird das Urtheil stets an Thatsachen angelehnt und zwar in einem weit ausgedehnteren Masse, als in der Naturphilosophie geschieht. Jenen eine Verleugnung der Sinne vorwerfen, heisst selbst die Augen vor der Wirklichkeit verschliessen.

Also nochmals: Die Chemiker und Physiker verleugnen nicht „Augen und Sinne“, wenn sie die Atomtheorie aufstellen und vertreten, sie berücksichtigen im Gegentheil ein viel reicheres Beobachtungsmaterial als ihre Gegner zur Bildung des verwerfenden Urtheiles.

Schluss. Wenn, wie es doch wahrscheinlich ist, die vier näher erörterten Widersprüche die triftigsten sind von den behaupteten vielen, dann dürfte es wohl nicht voreilig sein, die in der Ueberschrift gestellte Frage, insofern sie die in den chemischen und physikalischen Lehrbüchern vertretene Atomtheorie betrifft, kurzweg mit Nein zu beantworten.

Mit diesem Nein ist aber nicht gesagt, dass die Atomtheorie keine Schwierigkeiten, Lücken, Dunkelheiten u. s. w. mehr habe; sie ist noch immer nicht sicher erkannte Thatsache, wie etwa das heliocentrische Weltsystem, sie ist nur Hypothese und wird es auf vorläufig noch unabsehbare Zeit auch bleiben. Aber das kann mit Zuversicht behauptet werden, dass dieselbe keine Schwierigkeit enthält, die an Gewicht jener gleichkäme, welche noch zur Zeit der ersten Verurtheilung Galilei's (1616) gegen die Copernicanische Hypothese sprach; es war das die aus dem falschen Trägheitsbegriff der alten Physik abgeleitete Schwierigkeit (eigentlich eine Gruppe von Schwierigkeiten), welche Galilei erst 1632 löste.¹⁾ Ferner kann bemerkt werden, dass sich die Atomtheorie seit Dalton stetig und ohne Verkünstelung weiter entwickelt hat; dass die Zahl und Güte

¹⁾ Vergl. „Natur und Offenbarung“ 1890. Bd. 36. S. 133 ff.

ihrer Erklärungen stetig zugenommen, wie die Geschichte der Physik und besonders die der Chemie zeigt; dass sie seit Dalton viele Forscher zu zahlreichen neuen Versuchen angeregt hat und immer noch anregt, wie die Fachzeitschriften alljährlich beweisen; dass in dieser Frage eine zweite Hypothese, welche ebenfalls zu neuen Versuchen anregte, gar nicht besteht; dass endlich trotz der unzähligen chemischen und physikalischen Versuche, von denen sie berührt wird, noch kein einziger auftauchte, welcher mit ihr oder sicheren Folgerungen aus ihr in unlöslichem Widerspruch stände. Das sind nun aber Kennzeichen einer guten Hypothese, mit und in welcher man die Wahrheit zu finden hoffen darf. Desswegen steht sie auch bei Chemikern und Physikern in hohem Ansehen: die theoretische Chemie wird vollständig von ihr beherrscht, und auch in der Physik breitet sie ihre Wurzeln immer weiter aus, so dass ihr Niemand ausweichen kann, der die Physik auf ihrem heutigen Standpunkt studiren oder lehren will.