

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Das Dynamiden-System

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1857

Geschichte der Hypothesen über die physikalische Natur der Substanzen

[urn:nbn:de:bsz:31-266496](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-266496)

die rationelle Physik von einer Hypothese ausgehen muss, so kann nur noch die Frage sein, von welcher Hypothese man heut zu Tage ausgehen soll. Um diese Frage zu beantworten, scheint es angemessen zu sein, die Geschichte der Hypothesen über die physikalische Natur der Substanzen in Kürze zu berühren.

GESCHICHTE DER HYPOTHESEN ÜBER DIE PHYSIKALISCHE NATUR DER SUBSTANZEN.

An Hypothesen über das Wesen der Substanzen hat es seit den frühesten Zeiten der Forschungen nicht gefehlt. Die Hellenen haben auch hier die ersten Schritte gethan. Sie sprechen bereits von Atomen (*Leuzippus*), von Architypen (*Epicur*), von den Elementen, Wasser, Feuer, Luft und Erde, nebst der Quintessenz (*Aristoteles*), aus welchen der Weltbau bestehe. Allein diese Vorstellungen sind, wenn auch geistreich und als die ersten Versuche hoch zu ehren, doch so unbestimmt, dass daraus mit Sicherheit durchaus keine Folgerung gezogen werden kann.

Die italischen Völker des Alterthums haben in den erklärenden Naturwissenschaften nie einen Versuch gemacht, und die für die Entwicklung der Kunst und insbesondere der Architektur so bedeutungsvolle Zeit des ganzen ersten und der Hälfte des zweiten Jahrtausends der christlichen Zeitrechnung ist hinsichtlich der erklärenden Naturwissenschaften ein wahres Vacuum, und erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts treten mit *Boyle* und *Descartes* Bestrebungen hervor, über das Wesen der Stoffe zu klaren Anschauungen zu kommen.

Descartes betrachtet die Materie bestehend aus untheilbaren nicht schweren Atomen, die im bewegten Zustand Wechselwirkung auszuüben im Stande sind.

Boyle verwirft die Elemente des *Aristoteles*, spricht die Ansicht aus, dass man sich um die Urbestandtheile der Stoffe nicht kümmern, sondern vielmehr dahin trachten soll, die Bestandtheile kennen zu lernen, welche sich aus den Substanzen ausscheiden lassen, um zuletzt zu den nicht mehr zerlegbaren Bestandtheilen, d. h. zu den chemischen Elementen zu kommen. *Boyle* ist mithin der Begründer der empirischen oder inductiven Periode der Chemie.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts wird durch *Higgins*, *Richter*, insbesondere aber durch *Dalton* eine atomistische Anschauung über das Wesen der Substanzen aufgestellt. Aber erst 1808 hat *Dalton* seine Atomentheorie vollständig ausgesprochen. Die Grundgedanken dieser Theorie sind folgende.

Die Substanzen bestehen aus sehr kleinen untheilbaren kugelförmigen und schweren Körperchen oder Atomen. Die Atome einer und derselben Substanz sind gleich gross, gleich schwer und überhaupt von gleicher Beschaffenheit. Die Atome verschiedener Substanzen sind ungleich gross und ungleich schwer. Jedes Atom ist mit einer Wärmesphäre umgeben. Die chemische Verbindung ist eine innige Nebeneinanderlagerung, eine chemische Zerlegung eine Trennung von neben einander gelagerten Atomen. Chemisch zusammengesetzte Substanzen bestehen aus Gruppen von Atomen.

So spricht *Dalton*. Aber er spricht nicht von Kräften, welche die Nebeneinanderlagerung der Atome bewirken und sie in dieser Nebeneinanderlagerung erhalten, noch von Kräften, welche die Trennungen bewirken, sondern nach *Dalton* bestehen die Substanzen blos durch eine Juxtaposition der Atome, wobei jedes Atom die Anwesenheit jedes andern gänzlich ignorirt, oder die Substanzen sind nach *Dalton* ein Massensystem ohne Kräfte.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass *Dalton* als der Gründer der atomistischen Theorie angesehen werden muss; allein erst durch die genauere Bestimmung der Atomgewichte durch *Berzelius*, die Entdeckung des Isomorphismus und Dimorphismus durch *Mitscherlich*, so wie der Isomerie und Polymerie durch *Berzelius* gewann die atomistische Theorie von *Dalton* eine so feste Stütze, dass der Glaube an ihre Richtigkeit sich mehr und mehr befestigen konnte.

Die Philosophen, welche der Mechanik nie hold waren, haben in neuerer Zeit die atomistische Theorie verworfen und dafür eine andere an die Stelle gesetzt, welche sie dynamische Theorie genannt haben. Sie ist zuerst von *Kant* ausgesprochen, und dann von *Schelling* und *Hegel* vertheidigt und ausgebildet worden, rührt also von jenen Tiefdenkern her, welche für die Erkenntniss der innern Geisteswelt so ausserordentlich, für die Erkenntniss der Aussenwelt dagegen so unglücklich begabt waren. Nach dieser dynamischen Ansicht hat die Materie folgende Eigenschaften. Sie erfüllt mit Stetigkeit die kleinsten Räume der Körper, und ist bis in's Unendliche theilbar. Die chemischen Verbindungen entstehen durch eine wechselseitige und so vollständige Durchdringung der Stoffe, dass in der Verbindung nirgends eine Spur von den in Verbindung getretenen Substanzen zu finden ist. Die Materie ist mit anziehenden und abstossenden Kräften begabt, und durch das Spiel dieser Kräfte erfolgen die chemischen Erscheinungen. Diese dynamische Ansicht ist von den Naturforschern schon längst verlassen und heut zu Tage kann man die Naturforscher nur noch in zwei Klassen theilen, in solche die keine Ansicht haben und in solche, welche

sich der atomistischen Theorie anschliessen. Wir haben nun ferner die Ansichten der Mathematiker zu betrachten, welche sich in neuerer Zeit mit physikalischen Problemen beschäftigt haben. Auch hier treffen wir zwei Theorien, die Continuum- oder Kontakt-Theorie und die atomistische Theorie. Erstere ist zuerst aus den scheinbaren Eigenschaften der tropfbaren Flüssigkeiten und Gase hervorgegangen und dann von *Navier* durch eine glücklich erdachte Modifikation auch auf feste elastische Körper anwendbar gemacht worden, letztere haben *Poisson*, *Cauchy* und *Lamé* ihren Untersuchungen zu Grunde gelegt.

Die Kontakt-Theorie hat Aehnlichkeit mit der dynamischen Theorie der Philosophen, unterscheidet sich aber von dieser letzteren durch grössere Bestimmtheit. Nach derselben stellt man sich vor, dass die ihrem innern Wesen nach ganz unbekannte Materie den Raum eines Körpers stetig erfülle, dass sie aber dessen ungeachtet einer Ausdehnung und Zusammendrückung fähig sei; denkt sich ferner, dass die kleinsten Theile der Substanz von äusseren Kräften affizirt werden, und auch durch anziehende wie abstossende Kräfte gegen einander wirken, und nimmt endlich an, dass zwischen den unmittelbar in Kontakt befindlichen Theilen der Materie wechselseitige Pressungen stattfinden, deren Richtungen gegen die Kontaktfläche bei flüssigen Substanzen normal, bei weichen festen und elastischen Körpern hingegen von der normalen Richtung abweicht, also gegen die Kontaktfläche schief ist. Worin die chemische Verbindung und Zerlegung besteht, wird in dieser Theorie nicht gesagt; sie gibt überhaupt über die innere Organisation der Substanzen gar keine Aufklärung, sondern beschreibt vielmehr nur, wie sich die Stoffe, insbesondere Flüssigkeiten und dichte Substanzen den Sinnen darstellen. Durch die mathematische Behandlung der Kontakt-Theorie ist man zu sehr vielen, das Gleichgewicht und die Bewegung der festen und flüssigen Körper betreffenden Resultaten gekommen, welche mit den Thatsachen sehr gut zusammenstimmen; allein als Basis für die erklärenden Naturwissenschaften kann diese Vorstellung nicht gebraucht werden, denn die chemischen, so wie die physikalischen Erscheinungen des Lichtes, der Wärme, der Elektrizität und des Magnetismus können aus einem so inhaltsarmen Stoff nicht erklärt werden, und dies ist auch der Grund, weshalb diese Kontakt-Theorie verlassen und zur atomistischen Theorie übergegangen wurde.

Poisson legt seinen Untersuchungen „sur l'équilibre et le mouvement des corps solides et des fluides,“ *Journal de l'école polytechnique*, cahier XX, p. 4, folgende Anschauung zu Grunde. Er sagt :

Alle Theile der Materie sind zweien Wechselwirkungen unterworfen. Die

eine derselben ist anziehend, unabhängig von der chemischen Natur der Stoffe, dem Produkt der sich anziehenden Massen direkt, dagegen dem Quadrat ihrer Entfernung verkehrt proportional. Dies ist die Schwerkraft. Die andere jener Wechselwirkungen ist je nach Umständen bald anziehend, bald abstossend, richtet sich ferner nach der Natur der Stofftheilchen und nach ihrem Wärmegehalt, und ihre Intensität nimmt mit der Entfernung der auf einander wirkenden Stofftheilchen so rasch ab, dass sie bei einer für die Sinne wahrnehmbaren Entfernung bereits verschwindet.

Die Körper bestehen aus getrennten Molekülen, d. h. aus schweren Körperchen von sehr geringer Ausdehnung, und sind durch leere Räume von einer für unsere Sinne unwahrnehmbaren Kleinheit von einander getrennt. Diese Moleküle sind so klein und so nahe neben einander, dass in einer für unsere Sinne kaum wahrnehmbaren Quantität eines Stoffes eine ausserordentlich grosse Anzahl von Molekülen enthalten sein kann.

Unabhängig von der ponderablen Materie enthält jedes Molekül noch eine gewisse Quantität eines imponderablen Stoffes, welchem man die Phänomene der Wärme zuschreibt. Diese Wärmesubstanz wird von der ponderablen Materie jedes Moleküls angezogen und dadurch in den Molekülen zurückgehalten, theilweise entweicht sie jedoch durch Ausstrahlung, gelangt dabei an andere Moleküle und wird von diesen theilweise absorbirt, theilweise reflektirt, und durch diesen Vorgang kann der Wärmestoffgehalt constant bleiben oder eine Aenderung erleiden.

Da nach Versuchen von *Gay-Lussac* eine rasche Vergrösserung oder Verkleinerung eines leeren Raums weder in dem Raum selbst, noch in der Umgebung eine Aenderung der Wärme hervorbringt, während das Gegentheil eintritt, wenn in dem Raum eine geringe Quantität Luft oder Gas enthalten ist, so ist man zu der Folgerung berechtigt, dass die in einem luftleeren Raum enthaltene Menge von Wärmestoff verschwindend klein ist im Verhältniss zu der in einem von ponderabler Materie erfüllten Raum enthaltenen, dass folglich die Repulsivkraft, welche wir annehmen, nicht in den leeren Räumen zwischen den Molekülen, sondern in den Molekülen selbst ihren Sitz habe. Diese Räume zwischen den Molekülen mögen jedoch elektrisches oder magnetisches Fluidum enthalten; wir nehmen jedoch einen neutralen Zustand derselben an und berücksichtigen nur allein die Molekularkraft, welche aus der Anziehung der ponderablen Materie und aus der Repulsion des Wärmestoffes entspringt.

In dem gleichen Mémoire findet man Seite 69 und 70 die Art und Weise

erklärt, wie die Moleküle in den unregelmässig und regelmässig kristallisirten, so wie auch in den flüssigen Substanzen gruppirt sind.

Diesem Medium, wie es sich *Poisson* vorstellt, fehlt es nicht an Inhalt; ja, es ist nur zu reich ausgestattet. Es enthält ponderable Materie, Wärmestoff, elektrisches und magnetisches Fluidum, und enthält auch einen Reichthum von attraktiven und repulsiven Kräften. Allein dies alles sind doch nur Worte, und man sieht nicht ein, wie die imponderablen Stoffe durch ihr bloßes Vorhandensein an dieser oder jener Stelle physikalische Wirkungen hervorzubringen vermögen. Hiertüber geben auch die Memoiren von *Poisson*, welche die Wärme, Elektrizität und den Magnetismus speziell behandeln, keinen Aufschluss. Das Memoire, welchem die obigen Bekenntnisse *Poisson's* entnommen sind, wurde im Jahre 1831 publizirt. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass *Poisson*, wenn er heute noch am Leben wäre, ganz andere Bekenntnisse aussprechen würde, und gewiss nicht mehr der Ansicht wäre, dass Stoffe durch ihr bloßes Vorhandensein ohne Bewegung die Erscheinungen der Wärme, Elektrizität und des Magnetismus hervorbringen können.

Nun haben wir noch von den Anschauungen zu sprechen, welche *Cauchy* seinen vielfachen analytischen Untersuchungen über das Gleichgewicht und die Bewegung der Medien zu Grunde legt. Die Geschichte dieser Untersuchungen zerfällt in drei Abschnitte.

Der erste Abschnitt umfasst die Untersuchungen über das Gleichgewicht und die Bewegung eines den Raum continuirlich erfüllenden Mediums. Sie betreffen die tropfbaren und ausdehnbaren Flüssigkeiten, so wie die elastischen Körper. Diesen Untersuchungen ist die Kontakt- oder Continua-Theorie, von welcher früher die Rede war, zu Grunde gelegt.

Der zweite Abschnitt behandelt das sogenannte einfache Medium, bestehend aus körperlichen Punkten, die durch leere Zwischenräume von einander getrennt sind, und durch anziehende, so wie durch abstossende Kräfte gegen einander wirken. Die Intensitäten dieser Kräfte sind Funktionen der Entfernungen und nehmen mit dem Wachsen der Entfernung sehr rasch ab. Einlässlicher spricht sich *Cauchy* nicht aus, er sagt gerade nur so viel, als nothwendig ist, um mit den analytischen Untersuchungen beginnen zu können, und überlässt es der Phantasie des Lesers, sich von diesem aus materiellen Kraftpunkten bestehenden Medium eine Vorstellung zu machen, und es mit den physikalischen Thatsachen zu vergleichen. Obgleich dieses einfache Medium so armselig ausgestattet ist, gelingt es dennoch diesem grossen Meister der Analysis, zu einer Fülle von Resultaten zu gelangen, welche nicht nur auf die

festen und flüssigen Körper anwendbar sind, sondern auch beinahe alle bisher beobachteten Lichterscheinungen auf eine in der That überraschende Weise zu erklären. Dieses findet theilweise seine Erklärung in dem Umstande, dass im Verlauf der Rechnung die Voraussetzungen, auf welchen sie beruht, nicht vollständig berücksichtigt werden.

In einem Medium, das nur aus materiellen Punkten besteht, die durch anziehende und abstossende Kräfte gegen einander wirken, kann es selbstverständlich keinen Gleichgewichtszustand geben, bei welchem nach verschiedenen Richtungen verschiedene Elastizitäten stattfinden, sondern im Gleichgewichtszustand eines solchen Mediums muss nothwendig nach allen Richtungen einerlei Elastizität vorhanden sein. Aus den Gleichgewichtsgleichungen (3) des „Mémoire sur la dispersion de la lumière“ muss sich daher nothwendig nachweisen lassen, dass für das vorausgesetzte Medium nicht nur die Coefficienten L, M, N, P, Q, R , Gleichung 22, Seite 9, verschwinden, sondern dass noch überdies zwischen den Coefficienten $L M N P Q R$, Gleichung 20 und 21, Seite 9, die Beziehungen stattfinden :

$$P = Q = R$$

$$L = M = N = 3 R$$

Dann aber gilt die ganze Untersuchung nur für ein nach allen Richtungen gleich elastisches, also nur für ein einfach brechendes Medium.

Der dritte Abschnitt von *Cauchy's* Untersuchungen behandelt ein sogenanntes Doppelmedium, bestehend aus materiellen Punkten, die durch Zwischenräume von einander getrennt sind. Diese sind aber nicht absolut leer, sondern sie enthalten ein zweites System von materiellen, von einander getrennten kleineren Punkten. Dies ist der Aether. Zwischen den Körper- und Aetherpunkten finden folgende Wechselwirkungen statt. Je zwei Körperpunkte ziehen sich an. Je zwei Aetherpunkte stossen sich ab. Körperpunkte und Aetherpunkte ziehen sich an. Diese Anziehungs- und Abstossungskräfte sind Funktionen der Entfernung und nehmen mit dem Wachsen der Entfernung äusserst rasch ab. In Folge dieser Kräfte ist die Gleichgewichtslagerung der Aetherpunkte zwischen den Körperpunkten nicht eine gleichförmig dichte, sondern diese Dichte ist in der Nähe der Körperpunkte gross und nimmt von da an gegen die Mitte zwischen zwei unmittelbar neben einander befindlichen Körperpunkten hin allmählig ab, so dass also ein Aetherarrangement mit periodisch wiederkehrender Dichte angenommen wird. *Cauchy* vernachlässigt die Bewegung, welche möglicher Weise in den Körperpunkten vorhanden sein kann, und untersucht nur den Bewe-

gungszustand des Aethermediums. Die Untersuchung ist jedoch noch nicht bis zum Abschluss gebracht. Die analytischen Schwierigkeiten übersteigen bei weitem diejenigen, welche bereits die Behandlung des einfachen Mediums verursachte; wenn aber diesem grossen Meister die Durchführung der Theorie dieses Doppelmediums so vollständig gelingen sollte, wie die des einfachen Mediums, so darf man gewiss sehr bedeutende Ergebnisse erwarten.

Wir sind hiermit am Schluss dieser Skizze über die Geschichte der Hypothesen, welche bis jetzt über die innere Beschaffenheit der Substanzen aufgestellt wurden, und gehen nun zur Erklärung derjenigen Hypothesen über, welche ich meinen folgenden Untersuchungen von sehr bescheidenem Inhalt und Umfang zu Grunde legen werde.

DAS DYNAMIDEN-SYSTEM.

Diesen Titel habe ich für das Medium gewählt, welches ich den später folgenden Untersuchungen zu Grunde lege. Es ist keine neue eigenthümliche Erfindung, auf die man ein Patent nehmen könnte, sondern ist vielmehr nur eine Combination der von *Dalton*, *Poisson* und *Cauchy* ausgesprochenen Ansichten. Bereits in meinen im Jahr 1852 erschienenen Prinzipien der Mechanik und des Maschinenbaues habe ich dieses Dynamidensystem, Seite 20 bis 41, jedoch ohne Titel, erklärt, und zwar blos in der Absicht, um mit aller Bestimmtheit sagen zu können, welche Arten von Kräften in der Natur vorkommen, von wo aus und nach wohin sie wirken und in welcher Weise im Allgemeinen ihre Wirksamkeit erfolgt, weil dies die ersten Fragen sind, die in den Prinzipien der Mechanik beantwortet werden müssen, und weil eine naturgemässe Beantwortung dieser Fragen nicht möglich ist, wenn man sich um den inneren Bau der Körper gar nicht kümmert.

Da wohl nur wenigen Lesern dieses Buches meine Prinzipien bekannt sein werden, so ist es nothwendig, dass ich die dort ausgesprochene Ansicht hier wiederhole; ich werde jedoch nicht abschreiben, sondern bald zusetzen, bald auslassen, wie es mir für den gegenwärtigen Zweck angemessen zu sein scheint.

Allgemeine Eigenschaften der Materie. Das Wesen der Materie ist uns nur theilweise bekannt. Wir wissen nur aus Erfahrung, dass sie gleichsam ein Doppelwesen ist, das mit einem passiven und mit einem aktiven Prinzip begabt ist. Das passive Prinzip wird Beharrungsvermögen genannt und besteht theils in