

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Das Dynamiden-System**

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1857**

Das Dynamiden-System

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

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



der Fähigkeit der Materie, durch sich selbst und ohne alle äussere Einwirkung in einem Zustand des ruhigen oder bewegten Seins verharren zu können, theils aber in der Unfähigkeit, durch sich selbst einen in ihr vorhandenen Zustand des ruhigen oder bewegten Seins zu verändern. Dieses Beharrungsvermögen könnte man auch die Fähigkeit der Selbsterhaltung des ruhigen oder des bewegten Seins der Materie nennen. Das zweite, nämlich das aktive Prinzip, wird Kraft genannt. Es besteht in der Fähigkeit der Körper, wechselseitig anziehend oder abstossend einzuwirken, und dadurch die Zustände ihres Seins verändern zu können. Dieses aktive Prinzip könnte man auch das Prinzip der Wechselwirkungsfähigkeit der Stoffe nennen, wodurch das ruhige oder bewegte Sein der Körper verändert wird. Diese beiden Prinzipie der Selbsterhaltungsfähigkeit des Seins und der Wechselwirkungsfähigkeit sind die uns bekannten Fundamenteigenschaften der Materie.

*Unmittelbare Aeusserung der Kräfte. Messung derselben.* Die Existenz der Kräfte erkennen wir an den mannigfaltigen Wirkungen, welche sie hervorbringen, und insbesondere durch das Gefühl und Bewusstsein von unseren eigenen Kräften. Dieses Gefühl haben wir durch einen besonderen Sinn, den man Tastsinn nennt, aber besser Kraftsinn nennen könnte. Ohne diesen Sinn würden wir von der Existenz der Kraft durchaus keine Ahnung haben, die Welt mit ihren Erscheinungen würde uns als eine reine Phantasmagorie erscheinen (wie sie in der That denjenigen Physikern und Philosophen erscheint, welche die ersten Prinzipien der Mechanik nie erlernt haben). Die Ursachen dieser Erscheinungen aufzusuchen, würde uns wohl schwerlich in den Sinn kommen, und wenn es auch der Fall wäre, jedenfalls nicht gelingen. Wir empfinden die Existenz unserer eigenen Kraft, wenn wir einen Zug oder Druck ausüben (Wechselwirkung). Wir wissen aus der Erfahrung, dass durch andauernde Thätigkeit eines solchen Zuges oder Druckes Bewegungen und Bewegungsänderungen hervorgebracht werden, und schliessen nun daraus, dass jede Kraft (Wechselwirkung) in einem Zug oder Druck, in einer Attraktion oder Repulsion besteht, und dass jede Bewegung und Bewegungsveränderung nur in Folge einer andauernden Zug- oder Druckäusserung irgend einer Kraft entstehen könne. Diese unmittelbaren Kraftäusserungen können nach ihrer Intensität bestimmt, d. h. gemessen werden. Als Einheit der Kräfte kann man irgend einen Zug oder Druck annehmen, z. B. jenen, den ein Körper, dessen Gewicht gleich 1 Kilogramm beträgt, auf eine Unterlage ausübt. Die Intensität einer Kraft ist dann gleich 2, 3, 4.... zu



setzen, wenn sie, auf einen Körper von 2, 3, 4 Kilogramm Gewicht nach vertikaler Richtung aufwärts wirkend im Stande ist, das Fallen des Körpers zu verhindern, und diese Messung der Kräfte gilt sowohl für die Statik, als auch für die Dynamik.

*Masse und Bestimmung ihrer Quantität.* Die Masse eines Körpers ist die Menge dessen, was sich selbst nicht bewegen, sich selbst nicht treiben kann, was also bewegt oder getrieben werden muss, wenn ein Körper aus dem Zustand der Ruhe in jenen der Bewegung, oder aus einem gewissen Bewegungszustand in einen anderen übergehen soll.

Die Massen zweier Körper sind gleich gross, wenn sie, von gleich intensiven Kräften und auf gleiche Weise getrieben, ganz identische Bewegungen machen. Werden zwei oder mehrere Körper, von welchen man erkannt hat, dass sie gleiche Massen haben, vereinigt, so erhält man einen Körper, dessen Gesamtmasse 2, 3, 4 mal so gross ist, als die Masse jedes einzelnen der vereinigten Körper. Auf diese Weise können die Massen aller Körper und selbst auch der unwägbaren absolut richtig gemessen werden. Diese grundsätzlich einzig richtige Messungsart der Massen lässt sich jedoch sehr schwer praktisch durchführen, und es ist bei wägbaren Körpern zweckmässiger, ihre Masse durch den Quotienten aus dem Gewicht des Körpers an einem bestimmten Ort der Erde, und aus der Geschwindigkeitsänderung in jeder Sekunde beim Fallen des Körpers gegen die Erde an jenen Ort, wo sein Gewicht gemessen wurde, zu bestimmen.

*Bewegung einer Masse  $m$  durch eine constante Kraft  $\kappa$ .* Wenn eine constante Kraft  $\kappa$ , also ein constanter Druck, immer nach der gleichen Richtung durch eine gewisse Zeit auf eine Masse  $m$  einwirkt, die anfänglich in Ruhe war, so tritt in derselben eine Geschwindigkeit  $v$  ein, die der Intensität  $\kappa$  der Kraft und der Dauer  $\tau$  ihrer Einwirkung direkt, der Grösse der Masse hingegen verkehrt proportional ist. Man hat daher:

$$v = \alpha \frac{\kappa \tau}{m}$$

wobei die Constante  $\alpha$  die Geschwindigkeit ausdrückt, die in einer Masseneinheit eintritt, wenn auf dieselbe eine Krafteinheit durch eine Zeiteinheit treibend einwirkt.

Dieses Gesetz ist ein Erfahrungsgesetz.



*Die Körperatome des Dynamidensystems.* Zur Beantwortung der Fragen, welche heut zu Tage die Physik und Chemie vorlegt, brauchen wir nicht zu wissen, ob es in der Natur absolut untheilbare Atome gibt, sondern es genügt für diesen Zweck zu wissen, dass diejenigen Substanzen, welche die Chemiker einfache Stoffe nennen, aus kleinen Körperchen oder aus Systemen von kleinen Körperchen bestehen, die sich bei allen chemischen und physikalischen Vorgängen wie untheilbare Einheiten verhalten. Ich nenne sie Körperatome, und wir werden bei wissenschaftlichen Betrachtungen, die sich auf Erscheinungen beziehen, bei welchen diese Atome selbst keinerlei Veränderungen erleiden, zu ganz richtigen Folgerungen gelangen, wenn wir diese Atome so behandeln, wie wenn sie absolut untheilbar wären, wie dies der Fall ist bei den Problemen der Astronomie, wo die Planeten auch als untheilbare Körpereinheiten in Rechnung gebracht werden. Solcher Körperatome gibt es so viele Arten, als es chemisch-einfache Stoffe gibt, mithin 61.

Die Gruppierungsweise der uns ihrem innern Wesen nach ganz unbekanntem Materie in den Körperatomen kann sehr mannigfaltig, regelmässig oder unregelmässig sein. In kristallisirten Stoffen ist sie eine symmetrische in Bezug auf drei auf einander senkrecht stehende oder gegen einander geneigte Axen.

Die Atome sind so klein, dass in einer für unsere Sinne verschwindend kleinen Stoffmenge eine ungemein grosse Anzahl enthalten sein kann.

Die Körperatome sind träge, zugleich aber mit Kräften ausgerüstet, durch welche sie zwar nicht auf sich selbst, wohl aber auf andere Atome anziehend einwirken können. Es kann sich demnach kein Atom durch die demselben inwohnenden Kräfte in Bewegung bringen, oder aus einem vorhandenen Bewegungszustand in einen andern versetzen; jedes Atom besitzt jedoch die Fähigkeit, in einem Zustand des ruhigen oder des bewegten Seins zu verharren, und gleichzeitig durch seine Kräfte auf andere Atome anziehend einzuwirken.

Die Körperatome sind schwer, haben ein Gewicht. Das absolute Gewicht derselben ist nicht bekannt. Die Aequivalentzahlen der Chemiker drücken jedoch die Verhältnisse der absoluten Gewichte der Atome der einfachen Körper aus.

*Der Aether.* Die Körpersubstanzen enthalten nebst den trägen und schweren Körperatomen noch den ebenfalls aus Atomen bestehenden Aether. Die Aetheratome sind ebenfalls träge, aber nicht schwer; sie sind so klein



im Verhältniss zu den Körperatomen und zu den Entfernungen der Aetheratome, dass ihre Gestalt nicht in Betrachtung kommt, dass also alle Wirkungen der Aetheratome so erfolgen, wie wenn in dem Mittelpunkte ihrer Masse die Masse und die Kräfte vereinigt wären. Zwischen den Aetheratomen findet Abstossung, zwischen Körperatomen und Aetheratomen Anziehung statt.

*Wechselwirkung zweier Atome.* Hinsichtlich der Wechselwirkung zweier Atome irgend einer Art gelten folgende Sätze :

1. Das attraktive oder repulsive Prinzip, mit welchem ein Atom A begabt ist, kann nicht auf seine eigene Masse, sondern immer nur auf die Masse eines anderen Atoms B bewegend einwirken.

2. Die Wirkung zweier Atome A und B ist wechselseitig. Die Kraft von A wirkt auf die Masse von B und die Kraft von B auf die Masse von A.

3. Die unmittelbare Aeusserung einer Atomkraft besteht entweder in einer Anziehung, welche eine Annäherung, oder in einer Abstossung, welche eine Entfernung der Atome hervorzubringen strebt.

4. Ist die Entfernung zweier Atome sehr gross im Verhältniss zu ihren Abmessungen, so ist es erlaubt, anzunehmen, dass die Richtung der wechselseitigen Anziehung oder Abstossung in die Verbindungslinie der Massmittelpunkte der Atome fällt.

5. Ist dagegen die Entfernung zweier Atome im Verhältniss zu ihren Abmessungen nicht gross, so muss die Wechselwirkung der Atome nach den Methoden berechnet werden, die bei Anziehungen von Körpern von endlicher Gestalt angewendet werden, und dabei kann man sich erlauben, anzunehmen, dass die Masse jedes Atoms in dem Raum desselben gleichförmig und continuirlich vertheilt ist. Bei so nah gestellten Atomen besteht die Wechselwirkung nicht immer blos in einem Bestreben, die Atome einander zu nähern oder von einander zu entfernen, sondern zuweilen auch in einem Bestreben, die gegenseitige Lage der Atome zu ändern oder Drehungen in denselben hervorzubringen.

6. Die Intensitäten der Wechselwirkungen sind gleich gross, und richten sich nach der Entfernung, Gestalt, Lage und materiellen Beschaffenheit der Atome.

7. Ist die Entfernung der Atome sehr gross im Verhältniss zu ihren Abmessungen, so ist die Intensität der Wechselwirkung dem Produkt der



Massen der Atome und einer gewissen Funktion der Entfernung der Massenmittelpunkte der Atome proportional.

8. Die Wechselwirkung zweier Atome ist im bewegten Zustand so gross als im ruhenden.

*Die Atomkräfte.* In den Körper- und Aetheratomen sind folgende Kräfte wirksam :

1. Die allgemeine Schwere. Vermöge dieser Kraft ziehen sich je zwei Körperatome mit einer Intensität an, die von der materiellen Natur derselben unabhängig ist, dagegen dem Produkt der Atommassen direkt, und dem Quadrat ihrer Entfernung verkehrt proportional ist. Zwischen den Aetheratomen, so wie auch zwischen Aether- und Körperatomen ist diese Schwere nicht wirksam.

2. Die physikalische Anziehung. Mit diesem Worte will ich diejenige Kraft bezeichnen, vermöge welcher sich zwei identische Körperatome mit einer Intensität anziehen, welche dem Produkt ihrer Massen direkt proportional ist, und bei zunehmender Entfernung der Atome sehr rasch und nicht nach dem verkehrt quadratischen Gesetz abnimmt. Diese Anziehung ist überdies auch von der chemischen Beschaffenheit der Atome abhängig.

3. Die chemische Anziehung oder Affinität. Das ist die Kraft, mit welcher sich zwei heterogene Körperatome anziehen. Sie ist wesentlich abhängig von der chemischen Beschaffenheit der Atome, ist dem Produkt ihrer Massen proportional und nimmt mit dem Wachsen der Entfernung der Atome sehr rasch ab.

4. Die Aetherkräfte. Zwischen Aetheratomen findet Abstossung, zwischen Körper- und Aetheratomen Anziehung statt. Letztere ist von der chemischen Natur des Körperatoms abhängig. Auch diese Wechselwirkungen sind dem Produkt der Atommassen proportional und richten sich nach der Entfernung der Atome in der Weise, dass sie sehr rasch abnehmen, wenn die Entfernung der Atome zunimmt.

*Die Dynamiden.* Vermöge der wechselseitigen Abstossung der nicht schweren Aetheratome verbreitet sich der Aether in dem ganzen unendlichen Raum, durchdringt auch alle Körper, wird aber um die Körperatome herum durch ihre Anziehungen gegen die Aetheratome mehr oder weniger concentrirt, und hierdurch entsteht in den Räumen zwischen den Körperatomen und um diese herum eine Gruppierungsweise des Aethers, welche sich richtet



1) nach der Gestalt, Stellung und Gruppierung der Körperatome; 2) nach der mittleren Dichte des Aethers im Universum; 3) nach dem Verhältniss zwischen den Intensitäten der Abstossungskraft zwischen Aether und Aetheratomen und der Anziehungskraft zwischen Körper und Körperatomen. Nach diesem Verhältniss sind insbesondere zweierlei Gleichgewichtsgruppierungen möglich. Wenn wir annehmen 1) dass die Entfernung der Körperatome gegen ihre Abmessungen sehr gross ist; 2) dass die Intensität der Anziehung zwischen Körper- und Aetheratomen sehr gross ist im Verhältniss zur Abstossung zwischen den Aetheratomen; 3) dass die Anzahl der in einer bestimmten Quantität einer Substanz enthaltenen Aetheratome vielmal, z. B. Millionen mal grösser ist, als die Anzahl der Körperatome, so ist klar, dass sich der Aether atmosphärenartig um die Körperatome lagern wird, und dass jede solche Atmosphäre eine ganz bestimmte Form und Begrenzung haben wird, so zwar, dass der Raum zwischen je zwei Körperatomen grösstentheils ganz leer sein wird. Auch ist klar, dass die Dichte der Nebeneinanderlagerung der Aetheratome innerhalb einer solchen Hülle oder Atmosphäre an der Oberfläche der Körperatome gross und gegen die äussere Grenze der Hülle hin allmählig kleiner und kleiner sein wird.

Wir wollen ein Körperatom mit der dasselbe umgebenden Aetherhülle eine Dynamide nennen, um damit auszudrücken, dass es ein Ganzes ist, in welchem Alles enthalten ist, was zur Hervorbringung von mannigfaltigen dynamischen Erfolgen gehört. Ich nenne ferner eine Substanz, die durch die Gleichgewichtslagerung solcher Dynamiden besteht, ein Dynamidensystem. Fig. 1 ist eine bildliche Darstellung einer Dynamide. Der Gleichgewichtszustand eines solchen Dynamidensystems wäre vollständig bekannt, wenn man im Stande wäre, zu bestimmen: 1) die Positionen der Schwerpunkte der Körperatome; 2) die Lage (Axenrichtung) jedes Körperatoms; 3) die Gleichgewichtsgruppierung des Aethers in jeder Hülle.

Sind die Atome genau oder annähernd kugelförmig, oder sind sie nach dem hexaederschen Axensystem gestaltet, so entsteht eine Gleichgewichtsgruppierung, bei welcher um jedes Körperatom herum nach allen Richtungen einerlei Elastizität stattfindet. Fig. 2 gibt eine Anschauung von einem solchen isotropen System.

Ist hingegen jedes Atom nach drei gegen einander senkrecht oder schief stehenden Axen symmetrisch gestaltet, hat also jedes Atom nach *Mohs'scher* Terminologie die Form eines Rhomboeders, einer geraden ungleichkantigen oder einer schiefen ungleichkantigen Pyramide, so entsteht eine Gruppi-



rungsweise, bei welcher um jedes Atom herum nach verschiedenen Richtungen verschiedene Elastizitäten stattfinden. Fig. 3 gibt eine Anschauung von einem solchen anisotropen System.

Der dynamische Zustand eines Dynamidensystems wäre bekannt, wenn man im Stande wäre, zu bestimmen: 1) die Bewegungen der Schwerpunkte der Körperatome; 2) die drehenden Bewegungen der Körperatome um ihre Schwerpunkte; 3) die relative Bewegung des Aethers der Hüllen gegen die Oberflächen der Körperatome. Das Dynamidensystem setzt eine grosse Entfernung der Körperatome und eine sehr energische Anziehung zwischen Körper- und Aetheratomen voraus. Nehmen wir nun im Gegentheil an, die Entfernung der Körperatome sei klein und die Anziehung zwischen Körperatomen und Aetheratomen sei schwach, so ist klar, dass sich ein eigentliches Dynamidensystem nicht bilden wird, sondern dass sich der Aether in den Räumen zwischen den Körperatomen verbreiten und eine Gruppierungsweise annehmen wird, bei welcher die Dichte der Nebeneinanderlagerung längs einer Linie, die durch die Schwerpunkte einer Reihe von Körperatomen geht, periodisch veränderlich sein wird. Es entsteht also unter diesen Voraussetzungen ein Medium ähnlich demjenigen, das *Cauchy* seinen neueren Untersuchungen zu Grunde gelegt und Doppelmedium genannt hat. Fig. 4 und 5 geben Anschauungen von diesem Medium. Das Dynamidensystem entspricht wahrscheinlich den tropfbaren Flüssigkeiten, Gasen und Dämpfen und denjenigen festen Substanzen, deren Körperatome gegen den Aether eine sehr energische Anziehung ausüben. Das Doppelmedium mit periodisch gruppirtem Aether entspricht dagegen mehr den festen Substanzen, deren Körperatome die Aetheratome nur mit schwacher Kraft anziehen. Theoretisch betrachtet ist jedoch das erstere dieser Systeme nur ein spezieller Fall von dem letzteren. Eine strenge mathematische Theorie des periodischen Systems würde auch die Theorie des Dynamidensystems in sich schliessen, aber nicht umgekehrt. Das periodische System verdient also für eine mathematische Behandlung den Vorzug, allein es verursacht Schwierigkeiten, die meine Kräfte weit übersteigen, und deshalb habe ich für meine Untersuchungen das Dynamidensystem gewählt, das ja doch auch wahrscheinlich in den meisten Fällen der Natur der Substanzen wenigstens annähernd entspricht.

*Das Molekül oder die zusammengesetzte Dynamide.* Das Molekül ist eine Gleichgewichtsgruppe von zwei oder mehreren ungleichartigen Körperatomen mit der dieselbe gemeinschaftlich umschliessenden Aetherhülle, und ist das



Produkt eines chemischen Prozesses. Der Chemismus im engeren Sinne des Wortes spricht sich in der Bildung des Moleküls aus. Es ist das wahre chemische Gebilde, denn die chemischen Eigenschaften eines Stoffes sind von der Gesamtmenge desselben, von dem Aggregatzustand und überhaupt von der Nebeneinanderlagerung der Moleküle ganz unabhängig und richten sich wesentlich nur nach dem Inhalt der Moleküle und nach der Gruppierungsweise der Atome in denselben.

Aber so wie einzelne Atome zu einer Gleichgewichtsgruppe *a* zusammen-treten können, so können sich auch zwei oder mehrere gleichartige oder ungleichartige Moleküle abermals vereinigen, und daraus entstehen zusammengesetzte Moleküle *b*. Wiederholt sich dieser Prozess neuerdings, so entstehen Moleküle *c* von einer noch höheren Zusammensetzung.

Die Grundform eines einfachen Moleküls richtet sich theils nach der Anzahl, theils nach der Lagerung der Atome. Zwei Atome bilden ein stabförmiges Molekül, drei Atome eine dreieckige Platte, vier Atome ein tetraedrisches Molekül. Aehnlich verhalten sich auch die Grundformen der zusammengesetzten Moleküle. Die Stabilität des Gleichgewichtszustandes der Atome in einem einfachen Molekül richtet sich nach der Anzahl der Atome, nach der Grundgestalt derselben, nach der Intensität der chemischen Anziehung, nach der gegenseitigen Lage der Schwerpunkte der Atome, endlich nach der Stellung der Axen der Atome. Im Allgemeinen darf man wohl sagen, dass die Stabilität des Gleichgewichtes bei einer kleineren Anzahl von Atomen, die sich sehr energisch anziehen, sehr gross, bei einer grösseren Anzahl von Atomen, die sich nur schwach anziehen, klein sein wird. Aehnliches gilt auch hinsichtlich der Stabilität zusammengesetzter Moleküle.

Es ist wohl leicht einzusehen, obgleich durch Rechnung unendlich schwierig nachzuweisen, dass es im Allgemeinen mehr als eine einzige Gegen-einanderlagerung der Atome geben kann, bei welcher die sämtlichen Kräfte den Bedingungen eines stabilen Gleichgewichtes entsprechen. Aus den gleichen Atomen können daher Moleküle verschiedener Art entstehen, die ihrem Stoff-gehalt nach identisch sind und sich nur durch die Gruppierungsweise der Atome in den Molekülen unterscheiden. Dies sind die isomeren Stoffe.

Die Anzahl der möglichen Gleichgewichtsgruppierungen richtet sich theils nach der Anzahl der Atome, theils nach ihrer Grundgestalt. Einaxige Grund-gestalten werden nicht so viele Gleichgewichtslagerungen zulassen als zwei- oder dreiaxige. Bei einer kleinen Anzahl von Atomen werden nicht so viele Gleichgewichtslagerungen möglich sein, als bei einer grösseren.



Denkt man sich, dass aus einem Molekül  $\Lambda$  ein nach einem gewissen Axensystem gebildetes Atom  $a$  herausgenommen, und dafür ein aus einem anderen Stoff bestehendes, aber nach einem ähnlichen Axensystem gebildetes Atom  $b$  an die Stelle gesetzt wird, so entsteht ein neues Molekül  $B$  von derselben Grundform wie  $\Lambda$ , und die Kristallformen der Substanzen, welche  $\Lambda$  und  $B$  enthalten, werden übereinstimmen. Es sind also identische Kristallformen bei verschiedenem Stoffgehalt möglich. Dies ist die Isomorphie.

Zusammengesetzte Dynamiden sind in derselben Weise wie einfache in Rechnung zu bringen.

Wenn es unentschieden bleiben soll, ob eine Dynamide nur ein Atom oder ein einfaches Molekül oder endlich ein zusammengesetztes Molekül enthält, so werde ich in der Folge den ponderabeln Inhalt einer Dynamide mit dem Wort Kern bezeichnen.

*Wechselwirkung zweier Dynamiden.* Denkt man sich zwei Dynamiden  $\Lambda$  und  $B$  in einer gewissen Entfernung neben einander und gegen einander gestellt, so wirkt jede derselben mit einer Fülle von Kräften gegen die andere ein. Um die Totalität dieser Kräfte bestimmen zu können, erlauben wir uns anzunehmen, dass die Masse jedes Körperatoms den Raum desselben mit Stetigkeit erfüllt. Unter dieser Voraussetzung wirkt die Dynamide  $\Lambda$  gegen die Dynamide  $B$  mit folgenden Kräften ein:

1. Die in jedem unendlich kleinen Volumtheilchen des Körperatoms von  $\Lambda$  enthaltene Materie zieht die in jedem unendlich kleinen Volumtheilchen des Körperatoms von  $B$  enthaltene Masse an.

2. Die in jedem unendlich kleinen Volumtheilchen des Körperatoms von  $\Lambda$  enthaltene Materie zieht jedes Aetheratom der Hülle von  $B$  an.

3. Jedes Aetheratom der Hülle von  $\Lambda$  zieht jedes unendlich kleine Massentheilchen des Körperatoms von  $B$  an.

4. Jedes Aetheratom der Hülle von  $\Lambda$  stösst jedes Aetheratom von  $B$  ab.

Dieses reiche Kräftesystem, mit welchem eine Dynamide  $\Lambda$  gegen eine Dynamide  $B$  einwirkt, ist in Fig. 6 bildlich dargestellt. Die Totalwirkung ist natürlich abhängig 1) von der Entfernung der Schwerpunkte der Körperatome der Dynamiden; 2) von der Gestalt und dem Axensystem der Dynamiden; 3) von der Lage der Schwerpunktslinien gegen die Richtung der Axen der Körperatomgestalten.

*Bewegungszustände eines Dynamidensystems.* Das Dynamidensystem besteht nicht in einem bloßen inaktiven Nebeneinandergestelltsein der Körper-



und Aetheratome, in einer bloßen Juxtaposition der Atome ohne Wechselwirkungen zwischen denselben, sondern das ruhige Bestehen eines solchen Dynamidensystems beruht auf einem stabilen Gleichgewichtszustand, in welchem jedes Atom seinen Ort und seine Lage in der Art zu behaupten strebt, dass eine gewisse Kraftäusserung nothwendig ist, um es aus seiner Position zu verschieben oder von seiner Lage abzulenken, und dass es wiederum mit einer gewissen Energie in seine Gleichgewichtslagerung zurückzukehren strebt, so wie die äussere Kraft beseitigt wird. Dieser Gleichgewichtszustand ist also mit dem einer gespannten Saite zu vergleichen. Wird dieser Gleichgewichtszustand gestört, so können möglicher Weise sehr verschiedene Bewegungszustände eintreten. Durch eine sehr heftige äussere Einwirkung kann der stabile Gleichgewichtszustand gänzlich aufgehoben werden, und dann entstehen Durcheinanderwirbelungen und Fluthungen der Atome, Auflösungen der Dynamiden und Moleküle, und dieser tumultuarische Zustand dauert so lange fort, bis sich entweder wiederum der anfänglich vorhanden gewesene oder ein anderer Gleichgewichtszustand bildet, in welchem vielleicht ganz neue Atomgruppierungen vorhanden sind. Von derlei heftigen Bewegungen sind die chemischen Prozesse, insbesondere die Verbrennungsprozesse, ferner Gasexplosionen, elektrische Entladungen u. s. w. begleitet. Durch minder heftige äussere Einwirkungen wird dagegen der stabile Gleichgewichtszustand nicht gänzlich aufgehoben, und die Atome gerathen dann nur in gewisse Bewegungen um ihre stabilen Gleichgewichtspositionen, und diese Bewegungszustände sind es, welche wir nun näher in's Auge fassen wollen.

Die Bewegungsweisen, welche in den Körper- und Aetheratomen der Dynamiden eintreten, richten sich theils nach der Art der äusseren Einwirkung, theils nach der inneren Constitution des Dynamidensystems. Möglicher Weise können in den Kernen und in den Hüllen verschiedene Elementarbewegungen oder Zusammensetzungen aus denselben eintreten. Die Elementarbewegungen der Kerne können sein: 1) geradlinige oder krummlinige Hin- und Herschwingungen der Schwerpunkte; 2) continuirlich kreislinige oder krummlinige Bewegungen der Schwerpunkte; 3) continuirliche Rotationen der Kerne um freie Axen ihrer Gestalten, d. h. um Axen, in Bezug auf welche sich die Centrifugalkräfte das Gleichgewicht halten; 4) drehende Schwingungen der Kerne um gewisse Axen, ähnlich den Schwingungen einer Magnetnadel oder einer Unruhe.

Die Elementarschwingungen der Aetheratome in den Hüllen können dagegen sein: 1) radiale Schwingungen der Aetheratome, wobei sich die Hüllen abwechselnd ausdehnen und zusammenziehen; 2) continuirlich rotirende



Schwingungen der Aetherhüllen um die Kerne oder mit den Kernen; 3) drehende Hin- und Herschwingungen der Hüllen mit den Kernen oder gegen die Kerne.

Aber in den meisten Fällen wird nicht blos eine oder die andere dieser Elementarschwingungen isolirt auftreten, sondern es werden zwei oder mehrere und unter gewissen Umständen sogar alle sieben Elementarschwingungen gleichzeitig eintreten.

Da wir voraussetzen, dass die Masse eines Aetheratoms und selbst die Masse aller Aetheratome einer Hülle verschwindend klein ist gegen die Masse eines Körperatoms, und dass ferner die Intensitäten der zwischen den Aetheratomen abstossend, zwischen den Aether- und Körperatomen anziehend wirkenden Kräfte verhältnissmässig sehr gross sind, so werden die Bewegungen der Aetheratome nothwendig bei weitem schneller erfolgen können als jene der Körperatome.

Den Vorgang, durch welchen in den Dynamiden die beschriebenen Elementarbewegungen hervorgerufen werden, nenne ich eine Wellenbewegung. Denken wir uns zur Erklärung einer solchen Bewegung ein lineares Dynamidensystem, d. h. eine geradlinige Reihe A B C... Z von Dynamiden. Nehmen wir an, dass gegen A ein Stoss ausgeübt werde, so wird in dem Augenblick, wenn A seine Bewegung beginnt, das Gleichgewicht zwischen A und B gestört; die Dynamide B kommt dadurch ebenfalls in Bewegung, was zur Folge hat, dass das Gleichgewicht zwischen B und C gestört wird, demnach eine Bewegung auch in C angeregt wird, und so pflanzt sich die Bewegung durch die ganze Dynamidenreihe fort, indem jede Dynamide die Bewegung der vorhergehenden nachahmt. Der wirkliche Vorgang ist jedoch nicht so einfach als so eben beschrieben wurde; denn so wie A seine Bewegung beginnt, wird nicht nur B, sondern auch C D... zur Bewegung angeregt, und es ruft überhaupt die Bewegung eines Atoms in allen übrigen Bewegungen hervor, so dass also streng genommen die sich fortpflanzende Bewegung aus unendlich vielen Elementarschwingungen besteht. Darin liegt der Grund des farbigen Lichtes und der Dispersion. Die sich fortpflanzende Bewegung wird nur eine einzige einfache Elementarschwingung sein, wenn jede Dynamide nur auf die unmittelbar vor ihr befindliche Dynamide, und nicht zugleich auf die ferner stehenden einwirkt, und dann würde eine Dispersion nicht eintreten können. Verfolgt man diese Andeutungen, so wird man auch leicht die Ursache des Farbenzerstreuungsvermögens verschiedener Stoffe, so wie eine Beziehung zwischen diesem Zerstreungsvermögen und dem Radius der Wirkungssphäre einer Dynamide errathen.



Wenn wir aber einstweilen von diesen dynamischen Feinheiten absehen, so erfolgt die Fortpflanzung der Bewegung durch eine Dynamidenreihe ähnlich wie ein Stoss durch eine Reihe von Elfenbeinkugeln, und so wie jede Kugel nicht die totale lebendige Kraft, welche sie empfängt, an die nächstfolgende abgibt, so ist dies auch bei den Dynamiden der Fall. Wenn also durch einen auf die erste Dynamide ausgeübten Schlag eine Welle durch die ganze Dynamidenreihe durchgejagt worden ist, so werden die Dynamiden nicht absolut ruhig sein, sondern es wird in jeder derselben eine gewisse lebendige Kraft und mithin eine gewisse Bewegung zurückgeblieben sein, und diese restirenden Bewegungen sind in den verschiedenen Dynamiden der Reihe nicht gleich gross, sondern nehmen von A bis z hin ab. Nehmen wir z. B. an, jede Dynamide gebe 0.9 von der empfangenen lebendigen Kraft an die nächstfolgende ab, und bezeichnen wir die der ersten Dynamide mitgetheilte lebendige Kraft mit 1, setzen ferner  $0.9 = \epsilon$ , so sind die nach einem Wellendurchgang restirenden lebendigen Kräfte :

in	A	B	C	D	E
	$1(1-\epsilon)$	$1\epsilon(1-\epsilon)$	$1\epsilon^2(1-\epsilon)$	$1\epsilon^3(1-\epsilon)$	$1\epsilon^4(1-\epsilon)$

Wird gegen die erste Dynamide nicht nur Ein Schlag ausgeübt, sondern wird die Dynamide A ununterbrochen in einem gewissen Bewegungszustand erhalten, so wird in der Dynamidenreihe zuletzt ein gewisser Beharrungszustand eintreten, in welchem die Bewegungszustände von A an nach z hin nach einem gewissen Gesetz abnehmen.

Da bei einer Wellenfortpflanzung jede Dynamide die Bewegung der vorhergehenden ungefähr nachahmt, so werden sich die Bewegungsweisen der restirenden Bewegungen vorzugsweise nach der Bewegungsweise richten, die in der ersten Dynamide hervorgerufen wird.

Auf diesen restirenden Bewegungen, welche durch Wellen und Ströme in den Aetherhüllen hervorgerufen werden, beruhen nach meiner Ansicht die sogenannten Leitungerscheinungen. Für einen guten Leiter ist  $\epsilon$  gross, für einen schlechten Leiter ist es klein.

Der physikalische Zustand einer Dynamide wird ferner nach meiner Ansicht durch die in derselben und insbesondere durch die in der Aetherhülle herrschende Bewegungsweise bestimmt. Im ruhigen Zustand des Aethers ist eine Dynamide weder warm, noch elektrisch, noch magnetisch; im bewegten Zustand treten dagegen die Erscheinungen der Wärme, Elektrizität und des Magnetismus auf. Da die Wärmeerscheinungen mit, die elektrischen und magnetischen hingegen



ohne merkliche Volumsänderungen verbunden sind, so vermute ich, dass die Wärmeerscheinungen auf Radialschwingungen, d. h. auf solchen Schwingungen beruhen, welche Ausdehnungen der Aetherhüllen zur Folge haben, wodurch die Repulsivkraft der Aetherhüllen gesteigert und mithin eine Ausdehnung des Körpers hervorgebracht wird. Ich vermute dann ferner, dass die continuirlich rotirende Bewegung der Aetherhüllen dem elektrischen Strom entspricht, und dass durch diese rotirende Bewegung der Dynamiden in Verbindung mit der drehenden Bewegung der Erde die Drehungsaxe der Dynamide parallel mit der Erdaxe gestellt wird, ähnlich wie bei dem bekannten von *Foucault* zuerst angestellten Versuch mit dem Bohnenberger'schen Maschinchen. Dass hierauf die Erscheinung des Magnetismus beruhen könnte, wage ich auszusprechen. Allein die hin- und herschwingenden Bewegungen der Aetherhüllen vermag ich nicht zu deuten. Die physikalische Bedeutung der Körperschwingungen ist bekannt.

Sehr merkwürdig sind diejenigen Vorgänge, welche ich dynamische Metamorphosen oder Bewegungsumwandlungen nennen will. So wie nämlich in den Maschinen durch die geometrisch-mechanische Gliederung ihrer Bestandtheile jede Bewegungsart in jede andere, also ein geradliniger Hin- und Hergang in eine continuirliche Drehung und umgekehrt, oder eine continuirliche Drehung in eine Hin- und Herdrehung umgewandelt werden kann, eben so können auch durch geeignete Einwirkungen die freien Bewegungen der Atome in den Körpern in einander übergeleitet werden. Es können aus Schwingungen der Körperatome Aetherschwingungen, und aus Aetherschwingungen gewisser Art Aetherschwingungen anderer Art hervorgehen; oder es kann durch rein mechanische Einwirkungen Wärme, Licht, Elektrizität, aus Wärme Licht und Elektrizität entstehen, wovon jedes Gewitter ein schlagendes Beispiel liefert. Ich gestehe offen, dass es mir vorkommt, als wäre uns durch diese Vorgänge ein merkwürdiges Geheimniss der Natur aufgedeckt, und angedeutet, wie bewundernswürdig einfach die Mittel sind, deren sich die Natur zur Erreichung ihres grossen Gesamtzweckes bedient.

Noch ein dynamisches Verhältniss will ich berühren. Weil die Masse sämtlicher Aetheratome eines Körpers verschwindend klein ist im Vergleich zur Masse aller Körperatome, und weil uns unsere Nerven nur lebhaftere Schwingungen des Aethers empfinden lassen, so werden bei schwächeren Störungen des Gleichgewichts in der Regel entweder nur die Aetheratome oder nur die Körperatome, nicht aber beide zugleich, in so lebhaftere Bewegung kommen, dass sie empfunden



werden können. Werden Schallschwingungen erregt, so werden zwar die Aetherhüllen von den Körperatomen mit hin und her gerissen, allein so lange der Aether nur so langsam schwingt als die schallerregenden Körperatome, entstehen keine erheblichen Wärmewirkungen. Selbst mit Bach'schen Fugen kann ein grosses Orchester einen Konzertsaal nicht heizen, aber die Saiten der Violinen und Haare der Bögen werden dabei doch warm. Wird der Aether eines Körpers durch bereits in Bewegung befindlichen äussern Aether in Bewegung gebracht, so werden auch die Körperatome durch den Aether zur Bewegung angeregt, allein diese Aetherschwingungen geschehen viel zu rasch und die Massen der Körperatome sind viel zu gross, um in einen für unsere Sinne wahrnehmbaren Schwingungszustand gerathen zu können. Daher ist es bei derlei Problemen wohl gestattet, immer das eine oder das andere dieser Medien als ruhend anzunehmen. Bei Schallschwingungen dürfen die Aetherschwingungen, und bei Aetherschwingungen die Körperschwingungen vernachlässigt werden, was die mathematische Behandlung dieser Probleme unendlich vereinfacht.

---

#### SCHLUSS DER EINLEITUNG.

Durch das bisher Gesagte glaube ich meine Anschauung von dem Dynamidensystem, das ich meiner Untersuchung zu Grunde legen werde, klar ausgesprochen zu haben. Selbst ohne Rechnung ergeben sich aus den statischen und dynamischen Zuständen eines solchen Systems ganz leicht und ungezwungen die Erklärungen von sehr vielen chemischen und physikalischen Erscheinungen; allein diese Erklärungen mit blosen Worten haben noch nicht diejenige Schärfe und Bestimmtheit, welche die exakte Wissenschaft verlangt; die Berechtigung der Hypothese des Dynamidensystems kann nur aus Resultaten hervorgehen, die auf mathematischem Wege aus demselben gewonnen werden können. Leider ist es nicht immer möglich, diese Rechnungen mit vollkommener Strenge durchzuführen; die Schwierigkeiten sind zu gross, wenigstens für mich; man muss sich fast bei jedem Problem Vernachlässigungen und Annäherungen gefallen lassen. Es ist insbesondere der Einfluss der Gestalt der Atome auf die statischen und dynamischen Zustände unendlich schwierig durch Rechnung zu verfolgen, woher