

Diamagnetismus.

Von Professor **Dr. Hoh.**

Die Anziehung und zwar eine wälderische, wird so sehr als Grunderscheinung des Magnetismus anerkannt, dass selbst die poetische Sprache psychische Formen derselben mit dem durchschlagenden Prädicat der magnetischen bezeichnet. Der neueren so oft mit dem Vorwurf der Gefühlprofanirung beehrten Naturwissenschaft war es vorbehalten, auch die Kraft dieses Gleichnisses zu brechen oder es wenigstens hinkend zu machen, indem sie uns lehrte, die magnetische Wirkung von allgemeinerem Gesichtspunkte aufzufassen und die paramagnetische Anziehung durch eine diamagnetische Abstossung zu ergänzen. Wie immer ein Fortschritt in beliebigen Gebieten der Wissenschaft nicht ohne Einwirkung auf umliegende Fragen bleibt und unbewusst Thatsachen fördert, welche vielleicht wichtiger sind, als die den Anstoss gebende Erfahrung selbst, so war es auch hier die scheinbar geringfügige, freilich wieder durch andre Umstände eingeleitete und getragene Beobachtung, dass ein vorübergehender elektrischer Strom die gewöhnliche Stellung der beweglichen Magnetnadel zur Ablenkung bringe, welche den Keim zur ganzen wichtigen Lehre des Elektromagnetismus in sich trug und so auch für die diamagnetischen Untersuchungen von unersetzlicher Bedeutung ward. Denn die elektromagnetische Form des Experiments ist hier die einzig mögliche oder doch die sicherste; jede andre Methode in Ertheilung der magnetischen Kraft ist schwach gegenüber derjenigen, welche einen galvanischen Strom in schraubenförmigem Draht um den zu magnetisirenden Eisenkern kreisen lässt; auf diese Weise kann man wenigstens auf kürzere Zeit Magnete von fast beliebiger Kraft herstellen und findet dann, dass fast keine Substanz ganz indifferent sich gegen dieselben verhält. Nur muss man nicht Eine ausschliessliche Wirkungsform erwarten, die man merkwürdiger Weise gerade hier so lang festhalten wollte, während man in allen andern naturwissenschaftlichen Gebieten sah, dass die Mehrzahl der wichtigsten Erscheinungen vom Fundamentalphänomen oft sehr abwich. Freilich handelt es sich hier um den geraden Gegensatz der gewohnten Wirkung, aber gerade er war als ergänzend wenigstens von dem Augenblick an zu erwarten, als man die Uebereinstimmung der Elektrizität mit dem Magnetismus zuerst gahnt und später bewiesen hatte. Jeder Stoff kann sich dem Magnet gegenüber dreifach verhalten — entweder er wird angezogen, oder er ist indifferent, oder er wird abgestossen — erstres ist für Eisen, Nickel und Kobalt längst anerkannt, letztes bezeichnet man als Diamagnetismus und das mittlere findet vielleicht nur statt, wenn nicht der gehörige Grad der magnetischen Kraft zur Anwendung kommt. — Ein Eisenstäbchen nähert sich einem vereinzelt Magnetpol, ein Wismutstäbchen entfernt sich von ihm; das erstre stellt sich zwischen den Polen eines Hufeisenmagnets so, dass es diese Pole berührt — paramagnetische oder axiale Stellung — das letztre macht nach Herstellung des Gleichgewichts in seiner Längsrichtung mit der Verbindungslinie der Pole einen rechten Winkel — diamagnetische oder äquatoriale Stellung. — Von den in letztrer Beziehung erprobten Körpern erwähnen wir Wismut, Phosphor, Holz, Zucker, Stärke, Kantschuk, Aepfel, Brod, Olivenöl, Walrat, Elfenbein, Leder, getrocknetes Fleisch, Blut etc., Alaun, Bergkrystall, Glaubersalz, Kalkspat, Salmiak ... Wasser, Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff, die meisten Gase mit Ausnahme des Sauerstoffs, und die Flammen der gebräuchlichen Beleuchtungsmaterialien. — Gemenge verhalten sich höchstens scheinbar indifferent, denn es kommt nur auf den Grad der gegen sie entfaltenen magnetischen Kraft an, ob sie paramagnetisch oder diamagnetisch erscheinen sollen. Es kann sein, dass ein Stoff unter dem Einfluss eines schwächeren Magneten sich axial stellt, bei Verstärkung des letzteren aber in die äquatoriale Stellung überschlägt. Man muss annehmen, dass

jede magnetische Erscheinung überhaupt nur möglich sei, insofern in dem beeinflussten Körper ein adäquater Zustand hervorgerufen wird in Form eines Processes den man magnetische Vertheilung heisst. Anfänglich scheint in jenen Mischlingen die letztre einen Gang einzuhalten, vermöge dessen die paramagnetische Abstossung veranlasst und für eine bestimmte Zeit verbürgt wird; bald ist der Maximalwerth der paramagnetischen Erregung erreicht, der Körper ist gewissermassen übersättigt, und kann in gleichem Sinne von einer Zunahme der vertheilenden oder erregenden Kraft nichts mehr profitieren, vielmehr werden jetzt andre Vertheilungsformen in ihm wach gerufen, welche als Resultate die diamagnetische Abstossung ergeben. Man kann diess so verdeutlichen, dass man das Wachsen der paramagnetischen Kraft in einer anfangs rasch emporsteigenden, aber bald ihren Höhepunkt erreichenden Kurve, das der diamagnetischen in einer allmählig aber unaufhörlich sich erhebenden Geraden symbolisirt. Vor dem Durchschnittspunkt von Gerader und Kurve sind die Ordinaten der letzteren grösser, wesshalb die durch dieselben versinnlichte paramagnetische Anziehung überwiegt, der Durchschitt beider Linien repräsentirt eine momentane Indifferenz, jenseits desselben aber gewinnen rasch die Ordinaten der Geraden den Vorrang, so dass jetzt die von ihnen gemessene diamagnetische Abstossung den Sieg davon trägt. Von sehr grosser Wichtigkeit ist das diamagnetische Verhalten der Krystalle indem sich zeigt, wie die Art der molecularen Lagerung wesentliche Eigenschaften modificirt; in den regulären Systemen ist dieselbe nach allen Richtungen gleich beschaffen, wonach auch kein Grund vorhanden wäre, dass gewisse Vorgänge in einer Ausdehnungslinie schneller oder intensiver verliefen, als in andrer. Die Axenverhältnisse der übrigen Krystallsysteme deuten aber darauf hin, dass die Molecules nicht nach allen Seiten gleich günstige Bedingungen vorfinden und desshalb den Körper in einer von vollendeter Regelmässigkeit abweichenden Weise aufbauten, welche nun auch ein verschiedenes Verhalten gegen die Einflüsse äusserer Naturkräfte begründet. So bringen gewisse Krystalle den in einer bestimmten Richtung durchgehenden Lichtstrahl zu doppelter Brechung, während ein anderer Weg ihm ohne aussergewöhnliche Ablenkung offen steht, nämlich in der mit der Krystallhauptachse zusammenfallenden sogenannten optischen Achse, längs welcher offenbar die Elastizität des zwischen den stofflichen Partikeln verbreiteten Aethers eine ganz andre ist, als in der dazu senkrechten Richtung, welchem Elastizitätsunterschied eine verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Strahlenparthien entspricht. Je nachdem der ungewöhnliche Strahl stärker oder schwächer von der Hauptachse abgelenkt ist, als der gewöhnliche, unterscheidet man bekanntlich einachsigenegative — isländischer Kalkspat — und einachsigen positive Krystalle — Bergkrystall. Diese optische Achse ist es nun, welche auch in diamagnetischer Hinsicht die entscheidende Rolle spielt, denn sie stellt sich bei freibeweglicher horizontaler Lage immer äquatorial, während der Krystall bei senkrechter Stellung dieser Achse eine axiale Lage einnimmt. Diesen jedenfalls aus der Bildungsgeschichte ableitbaren Ausnahmzustand haben vielleicht Knoblauch und Tyndall von der richtigen Seite angefasst, als sie nachwiesen, dass an allen Körpern immer diejenige Richtung die stärkste magnetische Empfindlichkeit habe, in welcher die materiellen Theilchen am engsten beisammen stehen; sehr viel ist hierin noch zu leisten durch die Umkehrung des Experiments, in welchem die Bildung der Krystalle unter Einfluss des Magnetismus erfolgt. Nach Plücker erkaltet geschmolzenes Wismut zwischen Magnetpolen immer so, dass die Ebenen der äquatorialen Richtung und der vollkommenen Spaltbarkeit zusammenfallen. — Wie die diamagnetische Abstossung nur bei sehr intensiver Entwicklung der Magnetkraft möglich ist, so scheint sie auch zu ihrer Aeusserung nur eine geringe Entfernung von den Polen zu verlangen, denn während die paramagnetischen Wirkungen in umgekehrtem Verhältniss zu den Quadraten der Entfernungen stehen, nehmen die diamagnetischen verkehrt mit den dritten Potenzen derselben ab; freilich ist letztre Behauptung nicht als gesichert anzuerkennen, denn sehr vorsichtige Beobachtungen, welche Reich vermittelst einer ursprünglich zur Bestimmung der Erddichte konstruirten Torsionswaage vornahm, scheinen ihm zu sagen, dass die diamagnetischen Abstossungen sehr nahe wie die Quadrate der sie hervorbringenden Magnetintensitäten sich verhalten; darf man hieraus schliessen, dass auch in diamagnetischen Körpern magnetische Polarität hervorgerufen werde, so möchte obiges Gesetz über die Fernwirkungen einigen Zweifel erregen, jeden-

falls aber von dieser Betrachtung Anregung zu neuen alle sonstigen Erfahrungen ihrem Werth nach schätzenden Forschungen empfangen werden.

Nicht nur die wägbaren Körper unterliegen den Einflüssen der magnetisch-elektrischen Kräfte, sondern auch das Licht kommt trotz seiner ätherischen Natur und rapiden Schnelligkeit ihrer Riesenstärke nicht entriuen. Wie nämlich ein elektrischer Strom in einem neben seiner Leitungsbahn ohne gegenseitige Berührung aufgewickelten Draht bei seiner Schliessung und Oeffnung einen zweiten Strom erregt, welcher beziehungsweise entgegengesetzte und gleiche Richtung mit dem ersten hat, wie derselbe Strom einen in seinen schraubenförmigen Leiter eingeschobenen Eisenstab zum kräftigen Magnet augenblicklich zu machen vermag, so verändert auch die im Schraubendraht kreisende Elektrizität den ungreifbaren Lichtstrahl, welcher die Achse der Windungen durchheilt, ihn unter Umständen sichtbar, unter andren unsichtbar machend, und so modifiziren denselben Lichtstrahl die genäherten Pole eines Magneten in so ähnlicher Weise, dass in dieser Erscheinung ein neues Zeichen für die innige Verbindung der beiden geheimnissvollen Naturgrossmächte geahnt werden darf. — Verschiedene Körper, wie Bergkrystall, Lösung von Candiszucker, Dextrin oder Weinsteinsäure in Wasser, von Campher in Weingeist, arabischer Gummi, Terpentinöl, manche Gase haben bekanntlich die eigenthümliche Kraft, die Polarisations-Ebene eines Lichtstrahles aus seiner ursprünglich einfallenden Lage um einen Winkel nach rechts oder links zu drehen, dessen Neigungsgrösse der Dicke der durchlaufenen Substanzschicht proportional ist. Aehnlich ist der Einfluss der Magnetpole. Geht nämlich ein Strahl durch einen auf den Magnetpol gelegten durchbohrten Eiseneylinder, so wird er um einen Winkel gedreht, dessen Richtung nach jener Seite fällt, gegen welche hin die elektrischen Ströme hätten kreisen müssen, von welchen man die Magnetisirung des hohlen Cylinders verlangte, und dessen Grösse abhängt von der Intensität des angewandten Magnetismus und von der Entfernung vom Pol, in welcher letzterer Hinsicht, wenn diese in arithmetischer Proportion abnimmt, die Ablenkung in geometrischer wächst; auch wird letztere fast aufs doppelte gesteigert, wenn der Strahl den Einwirkungen beider Magnetpole gleichzeitig ausgesetzt war. — Ist der Strahl genöthigt, neben der magnetischen Circularpolarisation einen oder den andern schon an und für sich drehenden Stoff zu durchlaufen, so kommt es darauf an, in welchem Sinn beide Kräfte agiren, denn wenn die Drehung beidemale auf dieselbe Seite gerichtet ist, so tritt ebenso Verstärkung derselben ein, wie sich die in einzelnen Schichten der circularpolarisirenden Substanzen geschehenden Drehungsgrössen nach der Anzahl der zu durchlaufenden Lagen addiren; sind aber durch Magnetismus und Substanz die Polarisations-Ebenen in widersprechendem Sinn gedreht, so erfolgt nach mechanischen Bestimmungen Aufhebung oder Schwächung des Effectes. Dass, wie nicht anders zu erwarten, diese Drehung in wesentlicher Beziehung zur Elongation und Schnelligkeit der Lichtätherwellen steht, leuchtet unter andren daraus ein, dass dieselbe um so grösser wird, je kleiner die Wellenlänge des geprüften homogenen Strahles ist. Auch war es für die Theorie erfreulich, von De la Prevostaye und Desains's Erfahrungen ihre Vermuthung bestätigt zu sehen, dass den mit dem Lichte in allen wesentlichen Dingen übereinstimmenden Wärmeschwingungen vom Magnetismus ebenfalls das Schicksal der Drehung bereitet werde. — Schliesslich sei noch die Bemerkung beigebracht, dass die Drehung des Lichtstrahles durch magnetische Kraft jedesmal in der Richtung der gedachten, den Magnet umkreisenden Ströme geschieht, selbst dann, wenn der Strahl durch Reflexion gezwungen wird, den der gewöhnlichen Auffassung des Beobachters entgegengesetzten Weg, also rückwärts zu gehen; diese Drehungs-Richtung ist also von allen äusseren Situationen völlig unabhängig und kann, wie man sieht, beträchtlich verstärkt werden, wenn man den Strahl im Diamagneticum vermittels passender Reflexionen mehrmals hin und hergehen lässt. Diess verhält sich in den circularpolarisirenden Substanzen anders, für sie hat die Bezeichnung rechts und links nur eine bleibende Bedeutung in Rücksicht auf die Mittel-Ebene des beobachtenden Menschenkörpers, wesshalb nach einer am dem Beobachter entgegengesetzten Ende eingeführten Reflexion die rückgängige Strahlrichtung die beim Vorwärtsgen erlittene Drehung wieder aufhebt.

Eine theoretische Erklärung des Diamagnetismus kann nur vom Standpunkt der Elektri-

tät mit einigem Erfolg versucht werden. Keine Thatsache hindert uns, Ampere's Anschauung beizubehalten, nach welcher die magnetische Kraft überhaupt dadurch erregt und unterhalten wird, dass der magnetische Körper von elektrischen Strömen in Schraubenform umkreist werde, welche an dem als Südpol bezeichnetem Ende eine Richtung verfolgen, wie die Zeiger einer Uhr, deren Zifferblatt gegen den Beschauer gekehrt ist; auch der grosse Erdmagnet würde seine Kraft beständig in ihm von Ost nach West mit dem magnetischen Aequator parallel kreisenden elektrischen Strömen danken. Man wird hier wahrscheinlich eine Unterscheidung eintreten lassen müssen zwischen Massenströmen und Molekularströmen, von denen erstere in gewöhnlicher Weise die leitenden Stoffe durchsetzen und hiebei sehr von den obwaltenden Leitungs-Widerständen geschwächt werden, die letzteren aber knüpfen sich an die elektropolarischen Eigenschaften der Molekules verschiedener Körper bezüglich deren Qualität es höchst gleichgültig ist, ob sie Isolatoren sind oder nicht. Hieher zählt wohl auch das elektrische Verhalten der Nerven. — Sollten nun in den paramagnetischen Körpern bereits Molekularströme vorhanden sein, wenn auch von unregelmässiger Richtung, so liesse sich denken, dass diese durch einen bereits geordneten elektrischen Strom oder einen genäherten Magneten in eine mit den hypothetischen Strömen des letzteren gleiche Richtung gebracht und dadurch zu den bekannten Anziehungserscheinungen disponirt würden. Die diamagnetischen Körper dagegen entbehren jener Molekularströme und unterliegen bei Annäherung eines Magneten oder gleichwerthigen Schraubenstroms den einfachen Inductionsgesetzen, deren provozirte Ströme denjenigen der genäherten Magnetpole gegenüber die Abstossungen ganz erklärlich finden lassen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1859

Band/Volume: [4](#)

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

Artikel/Article: [Diamagnetismus 43-46](#)