XVII. Ueber ein einfaches Mittel, den Diamagnetismus schwingender Körper zu verstärken. Diamagnetische Polarität; von Plücker.

1) **M**an kann zwar mit einem schwachen Stahlmagnet den Faraday'schen Fundamentalversuch wiederholen, und zeigen, daß ein Wismuthstab, zwischen den beiden Polen desselben an einem Coconfaden aufgehängt, von diesen abgestoßen wird und in der aequatorialen Lage in Ruhe kommt. Immer aber ist die diamagnetische Abstossung des Wismuths in Vergleich mit der magnetischen Anziehung des Eisens nur sehr geringe, und daher jedes Mittel, die diamagnetische Kraft zu verstärken, erwünscht. Ein solches Mittel ist einfach dadurch gegeben, daß man nahe unter dem schwingenden Wismuthstabe einen aequatorial gerichteten Eisenstab in die Mitte zwischen die beiden Pole des Hufeisenmagnets bringt und in dieser Lage festhält. Es fällt auf den ersten Blick in die Augen, daß alsdann der Wismuthstab mit größerer Kraft sich in die aequatoriale Lage zu stellen strebt, und es ist leicht, nach der Schwingungsmethode, das Verhältniß zu bestimmen, in welchem die diamagnetische Richtkraft durch die Anbringung des Eisenstabes zugenommen hat.

2) Unter anderen Versuchen stellte ich den folgenden an. Ich legte die beiden Halbanker C (vergleiche die 6. Nummer der vorigen Abhandlung), die Rinnen nach unten gekehrt, so auf den großen Elektro-Magneten auf, daß ihre rectangulären Endflächen einander zugekehrt waren und die Polflächen bildeten. Sie hatten eine Höhe von 40^{mm}, waren nach der aequatorialen Richtung 59^{mm} breit, und wurden durch zwei dazwischen gebrachte Messingstücke, jedes 6^{mm} dick, in deren Mitte ein Eisenstab 4^{mm},5 dick und ungefähr so lang als die Polflächen breit, eingeklemmt war, in einer constanten Entfernung von 16^{mm},5 gehalten. Ein kleiner Wismuthcylinder, 2^{mm} dick und 25^{mm} lang, an

einem Coconfaden so aufgehängt, daß er zwischen den Polflächen etwas tiefer als die oberen Kanten derselben dicht über dem eingeklemmten Eisenstabe frei schwingen konnte, stellte sich, wenn der Magnetismus durch vier schwach geladene Grove'sche Elemente hervorgerufen wurde, sehr entschieden aequatorial ¹⁾, und machte, aus der aequatorialen Lage herausgebracht, während der Dauer einer halben Minute 90 Oscillationen. Dann wurden, nachdem die Kette geöffnet worden war, die Messingstücke und der Eisenstab fortgenommen, ohne Verrückung der beiden Halbanker. Auch dann noch stellte sich der Wismuthstab sehr gut aequatorial, machte aber, wenn er aus der aequatorialen Lage herausgebracht wurde, während der Dauer einer halben Minute nur noch 36 Schwingungen. Die Kraft, mit welcher der Wismuthstab sich richtete, war also durch Hinzufügung des aequatorialen Eisenstabs in dem Verhältnisse von 36^2 zu 90^2 oder von

1 zu 6,25,

also um mehr als das *Sechsfache*, gewachsen.

3) Als statt des Stabes von weichem Eisen ein, nur um ein Weniges dickerer, gehärteter Stahlstab genommen wurde, waren die entsprechenden Schwingungszahlen 78 und 34. Die richtende Kraft hatte also durch den Stahlstab im Verhältnisse von

1 zu 5,26

zugenommen.

4) Ich beschränke mich hier auf die Mittheilung einer einzelnen Beobachtung, und füge nur über die Veranlassung zu derselben wenige Worte hinzu.

Die Faraday'sche Erklärung der diamagnetischen Erscheinungen liegt so nahe, daß jeder Physiker darauf verfallen muß. Ich formulirte sie in meinen Vorlesungen vom vorigen Sommer in den Worten: „im Wismuth inducirt jeder Nordpol eines Magneten einen Nordpol, jeder Süd-

1) In der 44. Nummer meiner ersten Abhandlung, Bd. 72, S. 339, letzte Zeile, steht in der Beschreibung eines ähnlichen Versuches statt *aequatorial* in Folge eines Schreibfehlers *axial*.

pol einen Südpol.« Diamagnetische Polarität ist eine nothwendige Folge dieser Erklärung. Diese Polarität nachzuweisen bemühte ich mich damals umsonst. Ich liefs unter Anderem, indem ich statt des vorne zugespitzten Eisencylinders solche Cylinder von Wismuth in die durchbohrten beiden Polaufsätze einsteckte ¹⁾, zwischen den Polenden dieser Cylinder ein Stäbchen von demselben Metalle schwingen, bemerkte aber, bei oberflächlicher Betrachtung, keine durch die Wismuthcylinder hervorgebrachte Aenderung. Die von den HH. Reich und Weber erlangten Resultate bewogen mich, meine früheren Versuche wieder aufzunehmen, und daraus ist die oben beschriebene Beobachtung hervorgegangen. Sie scheint zu bestätigen (aus diesem Gesichtspunkte wenigstens wurde sie angestellt), was die Versuche des Hrn. Herausgebers dieser Annalen so schön geradezu nachweisen, dafs nämlich ein Wismuthstab in der acqutorialen Lage ein wirklicher Transversalmagnet ist, der die Linie seiner Nordpole dem Nordpole, und die Linie seiner Südpole dem Südpole des Magneten zukehrt. Auf die freundliche Mittheilung hiervon, die ich vor acht Tagen, noch vor Empfang des Märzheftes erhielt, habe ich den fraglichen Versuch sogleich wiederholt, und die in der Notiz dieses Heftes, S. 475, bei Anwendung eines einzigen Poles des Magneten besprochene Polarität des Wismuthstabes, und zwar nicht nur auf der dem erregenden Pole zugewandten, sondern auch auf der abgewandten Seite, durch Anziehung und Abstofsung in gewöhnlicher Weise nachgewiesen. Nur bediente ich mich dazu vorzugsweise eines weichen Eisenstabes, und derselbe Magnetpol, der auf das Wismuth diamagnetisch einwirkte, gab auch ihm, je nach der Lage, in der er gehalten wurde, die jedesmal gewünschte Polarität.

5) Wenn es hiernach durch die angeführten Versuche unwidersprechlich feststeht, dafs der Diamagnetismus in einer polaren Erregung besteht, so sind doch noch grofse Schwierigkeiten zu überwinden ehe diese Theorie als all-

1) Annalen, Bd. 72, S. 316.

gemein begründet angesehen werden kann. Diese schienen mir lange so groß, daß ich dieselbe ganz fallen ließ, und erst dann wieder aufnahm, als die Polarität so entschieden nachgewiesen wurde. Zwar glaube ich, nach einer flüchtigen mathematischen Betrachtung, daß die von mir zuerst beobachtete Abstofsung der optischen Axen der Krystalle durch den Magneten, und das Ueberwiegen dieser Abstofsung bei größerem Polabstande über die magnetische oder diamagnetische Wirkung auf die Materie derselben — durch eine zusätzliche Annahme recht einfach erklären zu können, aber unerklärlich erscheinen mir bis jetzt die in meiner *zweiten* Abhandlung ¹⁾ beschriebenen Thatsachen. Wenn ein Stück Holzkohle (bloß in Folge seiner Form, und, da die Längsrichtung nach oder gegen die Faserrichtung genommen werden kann, ganz unabhängig von seiner Structur) bei größerer Nähe der Pole sich aequatorial, bei größerer Entfernung sich axial stellt, so heißt das, in der Sprache der Theorie: die Magnetpole rufen in der Kohle Ampère'sche Molecularströme hervor, die, wenn sie bei genäherten Polen etwa von Osten nach Westen gehen, bei der Entfernung der Pole, sich umkehrend, von Westen nach Osten gehen.

6) Nach dem zuletzt angeführten Versuche ist nicht in Abrede zu stellen, daß *bei wachsender Entfernung der beiden Magnetpole* die Molecularströme in der Kohle (wenigstens die resultirenden), indem sie zuerst Diamagnetismus, dann Magnetismus hervorbringen, *ihre Richtung umkehren*, und demnach sind wir gezwungen anzunehmen, daß derselbe Magnetpol, je nach der verschiedenen Entfernung in derselben Masse diamagnetische oder magnetische Molecularströme hervorruft ²⁾, oder daß, was ich für wahrscheinlicher halte, bei Erscheinungen der fraglichen Art immer magne-

1) Ueber das Verhältniß zwischen Magnetismus und Diamagnetismus. Pogendorff's Annalen, Bd. 72, S. 343.

2) Die magnetischen Ströme würden wohl, wie im Eisen, als schon vorhanden, und vom Magnet nur in gleiche Richtung mit den seinigen gedreht anzusehen seyn. P.

netische und diamagnetische Substanzen gemischt sind, in denen die verschiedenen Molecularströme gleichzeitig stattfinden, und dafs dann, bei gröfserer Entfernung der Pole die diamagnetischen Ströme rascher an Intensität abnehmen als die magnetischen. Wichtig für die Theorie erscheint die Frage, ob hierbei *die verschiedene Entfernung der Pole des Elektro-Magneten unmittelbar als solche in Betracht kommt, oder nur indirect, in sofern einer gröfseren Entfernung eine Abnahme der Kraft entspricht.* In der ersten dieser beiden Alternativen würde ich die Theorie unbedingt fallen lassen. Denn, wenn magnetische und diamagnetische Ströme, *bei derselben Magnetkraft, mit der Entfernung nach verschiedenem Gesetze abnehmen sollten*, so könnte ich unmöglich beide, ihrer Natur nach, als *identisch* ansehen. Viel leichter kann ich mir dagegen denken, dafs wenn zwei Kräfte entgegengesetzte Drehungen hervorbringen, diese Drehungen dann, wenn verschiedener Widerstand zu überwinden ist, bei derselben Entfernung nicht den sie hervorbringenden Kräften proportional sind. Nehmen wir zum Beispiel als Bild zwei Räder, welche zwei Kräfte, *A* und *B*, nach entgegengesetzter Richtung zu drehen streben, und setzen voraus, dafs der Widerstand für die erste Drehungsrichtung viel gröfser sey als für die zweite: so kann die Drehung des ersten Rades doch langsamer seyn, als die Drehung des zweiten, ungeachtet, dafs die Kraft *B* bedeutend kleiner ist als die Kraft *A*, was aber dann nicht mehr der Fall bleibt, wenn, bei wachsenden Kräften, der Widerstand überhaupt, gegen die Gröfse der Kraft *A*, nicht mehr in Anschlag zu bringen ist. Die Kraft *A* entspräche in dieser Anschauung der diamagnetischen, die Kraft *B* der magnetischen.

7) Um zu bestimmen, welche der beiden Alternativen in dem Falle der Natur stattfindet, stellte ich den folgenden entscheidenden Versuch an.

Ich nahm ein Stückchen Buchsbaumkohle, dafs bei gröfserer Entfernung der Pole des Elektro-Magneten sich magnetisch, bei geringerem Abstände derselben sich diamagne-

tisch verhielt. Ich erregte den Strom durch *ein einziges* Grove'sches Element, und wählte den Polabstand so, daß das Kohlenstückchen sich entschieden axial stellte; dann nahm ich *zwei* Elemente, wobei es schwer zu bestimmen war, ob es sich magnetisch oder diamagnetisch verhielt; bei *drei* Elementen stellte es sich aber entschieden aequatorial, und die diamagnetische Kraft, die es entschieden in diese Lage brachte, nahm, bei der Anwendung von mehr Elementen, immer mehr zu. Ich ging hierbei bis zu *sechs* Elementen.

Ein zweiter Versuch mit einem andern Kohlenstückchen gab ein gleiches Resultat, nur daß dasselbe bei *drei* Elementen noch sehr schwach magnetisch, bei *vier* Elementen aber entschieden diamagnetisch sich verhielt.

Durch die Zunahme der Kraft der Magnetpole wird also, bei unveränderter Entfernung, der Magnetismus der Holzkohle in Diamagnetismus verwandelt.

Dieses von mir bisher nicht vermuthete, aber vom rein theoretischen Gesichtspunkte aus zu erwartende Resultat scheint mir eine merkwürdige Bestätigung der von den HH. Faraday, Reich, Weber und Poggendorff adoptirten Theorie des Diamagnetismus, zu der auch ich mich jetzt entschieden bekenne.

Bonn, den 21. Februar 1848.

XVIII. *Das Aluminium Elektricitätsleiter und magnetisch.*

Vor länger Zeit hat Wöhler gefunden, daß Aluminium in Pulverform nicht tauglich sey, ein Volta'sches Element zu schliessen (dies. Annal., Bd. 11, S. 156), es war also kein guter Leiter, konnte aber noch ein Halbleiter seyn. Als ich jedoch erfahren hatte, daß das Pulver, in einer Dicke von 2 Linien angewandt, die Divergenz eines Gold-