

der Kettenlinie $z = a - b(\mu^x + \mu^{-x})$ anwendet. Man hat alsdann:

$$\int_{x-1}^{x+1} z' dx = a - b(\mu^x + \mu^{-x}),$$

und dieser Gleichung genügt man, wenn man

$$z' = a' - b'(\mu^x + \mu^{-x})$$

setzt, wobei μ nicht verändert ist. Wenn man diesen Werth in das erste Glied substituirt, wird es nach Integration zwischen bestimmten Gränzen:

$$2a' - b' \frac{(\mu - \mu^{-1})(\mu^x + \mu^{-x})}{\log \mu},$$

woraus folgt:

$$2a' = a, \quad \frac{b'(\mu - \mu^{-1})}{\log \mu} = b.$$

oder:

$$a' = \frac{a}{2}, \quad b' = \frac{b \log \mu}{\mu - \mu^{-1}}.$$

II. *Ein und zwanzigste Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektrizität; von Michael Faraday.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser in einem besonderen Abdruck aus den *Phil. Transact. f. 1846, pt. I.*)

§. 27. Ueber neue magnetische Wirkungen und über den magnetischen Zustand aller Substanzen; Fortsetzung ¹⁾).

V. Wirkung von Magneten auf magnetische Metalle und deren Verbindungen.

2343) Die magnetischen Charaktere des Eisens, Nickels und Kobalts sind wohl bekannt; eben so weiß man, daß sie bei gewissen Temperaturen ihren gewöhnlichen Magnetismus verlieren, und für die gebräuchlichen Prüfmittel

1) S. *Annalen*, Bd. LXIX, S. 289.

und Beobachtungen unmagnetisch werden; sie treten dann in die Liste der diamagnetischen Körper und wirken ähnlich wie diese. Eine nähere Untersuchung hat mir indess gezeigt, daß sie dennoch sehr verschieden von anderen Körpern sind; daß sie, obwohl in der Hitze unwirksam gegen gewöhnliche Magnete oder gewöhnliche Prüfmittel, es doch nicht absolut sind, sondern bei jeglicher Temperatur einen gewissen Betrag von Magnetkraft behalten; und daß auch diese Kraft von gleichem Charakter mit der ist, welche sie gewöhnlich besitzen.

2344) Ein Stück Eisendraht, etwa einen Zoll lang und 0,05 Zoll dick, vollkommen gesäubert, wurde in der Mitte durch einen feinen Platindraht mit dem Aufhängedraht (2249) verknüpft, um zwischen den Polen des Elektromagnets schwingen zu können. Durch eine Weingeistlampe erhitzt, erlangte er bald eine Temperatur, welche ihn gegen einen guten gewöhnlichen Magneten ganz unempfindlich machte, obwohl dieser ihm sehr nahe gebracht ward. Durch Adjustirung der Flamme ward nun die Temperatur des Eisendrahts bedeutend erhöht und der Elektromagnet in Thätigkeit gesetzt. Sogleich wurde das heiße Eisen magnetisch und zwischen den Polen gerichtet. Die Kraft war indess schwach, und in dieser Hinsicht stand der Zustand des Eisens in auffallendem Contrast mit dem, welchen es in der Kälte besitzt; allein im Charakter war die Kraft dieselbe.

2345) Das Eisen wurde nun langsam erkalten gelassen, so daß sein höherer magnetischer Zustand beobachtet werden möchte. Die Stärke der Kraft schien nicht eher zu wachsen, als bis die Temperatur zu einem gewissen Punkt gelangt war, und als nun die Hitze fortfuhr abzunehmen, erlangte das Eisen rasch, obwohl nicht instantan, seine hohe Magnetkraft; jetzt liefs es sich nicht vom Magnet entfernt halten, sondern flog zu ihm, bog den Aufhängedraht und zitterte gleichsam mit magnetischer Kraft als es mit einem Ende an dem Kerne haftete.

2346) Auf dieselbe Weise wurde ein kleiner Nickelstab experimentell untersucht. Diefs Metall, wie ich ge-

zeigt habe ¹⁾, verliert seinen Magnetismus für die gewöhnlichen Prüfmittel bei einer unter dem Siedpunkt des Oels liegenden Hitze, und daher ist er sehr gut geeignet zu zeigen, ob die magnetischen Metalle ihre Kraft durch Hitze gänzlich verlieren können oder nicht, und ob das Verschwinden der ganzen Kraft oder eines größeren Theils plötzlich oder allmähig geschieht. Die Kleinheit der zu untersuchenden Masse unterstützt sehr die Bestimmung des letzteren Punkts. Bei Erhitzung wurde das Nickel bald indifferent gegen gewöhnliche Magnete; allein wie hoch auch die Temperatur war, wurde es doch vom Elektromagnet gerichtet und angezogen, die Kraft war zwar schwach, aber unzweifelhaft. Sie war kaum hinlänglich das Gewicht des Nickels durch die magnetische Wirkung allein zu tragen; war aber sehr sichtbar, wenn das Metall beschriebenermaßen (2344) aufgehängt ward.

2347) Bei sorgfältiger Senkung der Temperatur des Nickels ergab sich, daß der Uebergang von einem Grad der Magnetkraft zu einem anderen allmähig war, und nicht instantan. Beim Eisen ist es schwierig, sowohl beim Erhitzen als beim Abkühlen, alle Theile so nahe in derselben Temperatur zu halten, daß man sicher seyn könne, es sey nicht die Vereinigung von heißeren und kälteren Theilen, welche das Ansehen eines intermediären Grades von Magnetismus bewirke; allein beim Nickel ist dieß nicht so schwer, denn der Fortgang ist allmähiger, so daß, wenn beim Erkalten die Kraft zu wachsen beginnt, das Erkalten einige Zeit fort dauern kann, ehe die volle Kraft auftritt; zu jeder Zeit in dieser Periode konnte die Temperatur ein wenig erhöht werden, und obwohl dann die Kraft etwas abnahm, liefs sie sich doch auf einer Stufe, die stärker als die schwächste war, erhalten. In der That war es leicht, das Nickel auf viele intermediäre Kraftgrade zu halten, und somit jeden Zweifel an der allmähigen Annahme der vollen Kraft zu entfernen.

2348) Gestützt auf die verschiedenen Temperaturen, bei

1) *Phil. Magazine*, 1836, *Vol. VIII*, p. 179. (Ann. Bd. 37, S. 423.)

welchen die magnetischen Metalle ihre besondere Kraft zu verlieren scheinen, hab ich die Meinung ausgesprochen ¹⁾, daß alle Metalle wahrscheinlich einen gleichen magnetischen Charakter besitzen würden, wenn man ihre Temperatur hinreichend erniedrigen könnte. Die eben beschriebenen Thatsachen scheinen mir aber dieser Ansicht ganz zu widersprechen. Die Metalle, welche magnetisch sind, halten einen Theil ihrer Kraft nach Uebergang der großen Aenderung oder in das, was man ihren diamagnetischen Zustand nennen kann, zurück; allein andere Metalle, wie Wismuth, Zinn u. s. w., zeigen keine Spur dieser Kraft, und sind daher nicht in dem Zustand des heißen Eisens, Nickels oder Kobalts; denn während diese sich axial stellen oder angezogen werden, stellen die anderen sich aequatorial oder werden abgestoßen. Ich hoffe daher, es wird erlaubt seyn, die damals aufgestellte Ansicht zurückzunehmen.

2349) Ich schritt nun zunächst zur Untersuchung der Eisenoxyde; in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von Hrn. Becquerel ²⁾ und Anderen fand ich, daß sie alle, natürliche wie künstliche, magnetisch sind bei gewöhnlichen Temperaturen. Ich erhitze sie darauf in Röhren, fand sie aber noch magnetisch, und sah keine Abnahme der Kraft bei den Temperaturen, die ich ihnen zu geben vermochte.

2350) Verschiedene Proben von Nickeloxyd zeigten dieselben Erscheinungen: sie waren, kalt und warm, magnetisch. Daß die Hitze in dieser Beziehung keine Aenderung bewirkte, ist um so auffallender, weil ich dem heißen Oxyd eine Temperatur gegeben hatte, die weit höher war als die, welche nöthig ist, in dem Metalle selbst (2346) die große magnetische Aenderung hervorzubringen.

2351) Kobaltoxyd war auch magnetisch, und zwar gleich

1) *Phil. Mag.*, 1836, *Vol. VIII*, p. 177; *ibid.* 1839, *Vol. XIV*, p. 161. (*Annalen*, Bd. 37, S. 423 und Bd. 47, S. 218.)

2) *Ann. de chim. et de phys.*, 1827, *Vol. XXXVI*, p. 337. (*Annal.* Bd. 12, S. 622.) *Compt. rend.*, 1845, *Vol. XX*, p. 1708.

stark, es mochte heifs oder kalt seyn. Blaues Kobaltglas ist wegen des Gehalts an Kobaltoxyd magnetisch, sowohl heifs wie kalt. In allen diesen Fällen war die zurückgehaltene Kraft sehr schwach gegen die des reinen Metalls.

2352) Zu den *Eisensalzen* übergehend, fand ich auch diese magnetisch. Eisenvitriol in klaren Krystallen wurde angezogen und sehr gut axial gestellt; so auch das trockne Salz. Bei weiterem Fortgang fand ich, dafs jedes Eisensalz und jede Verbindung, die Eisen als Basis enthält, magnetisch ist. Alle dem Versuch unterworfenen Substanzen aufzuzählen würde ermüdend seyn, die folgenden sind als Beispiele ihrer Mannigfaltigkeit ausgewählt:

Chlorür	Oxydulphosphat
Chlorid	Oxydphosphat
Jodid	Nitrat
Oxydulsulphat	Carbonat
Oxydsulphat	Berlinerblau.

2353) Unter den natürlichen Verbindungen waren:

Sumpferz	Schwefelkies
Blutstein	Arsenikkies
Chromeisenstein	Kupferkies

und viele andere magnetisch.

2354) Grünes Bouteillenglas ist wegen des darin enthaltenen Eisens verhältnißmäfsig sehr magnetisch, und kann deshalb nicht als Röhren zum Einschluss anderer Substanzen angewandt werden. Aus derselben Ursache ist Kron- glas magnetisch. Flintglas ist dagegen nicht magnetisch, und stellt sich aequatorial.

2355) Krystalle von gelbem Blutlaugensalz sind nicht magnetisch, sondern werden abgestofsen und aequatorial gestellt; dasselbe ist der Fall mit rothem Blutlaugensalz.

2356) Meinen Hoffnungen gemäfs, waren selbst Lösungen von Eisensalzen, gleichviel in Wasser oder Alkohol, magnetisch. Eine Röhre, gefüllt mit einer klaren Lösung von Oxydul- oder Oxydsulphat, oder Chlorür oder Chlo-

rid oder *tinctura ferri muriatici*, ward von den Polen angezogen und zwischen ihnen sehr gut axial gestellt.

2357) Diese Lösungen liefern uns ein sehr wichtiges Mittel zum Fortschreiten in magnetischen Untersuchungen, denn sie setzen uns in den Stand, einen Magnet darzustellen, der zugleich flüssig, klar und, innerhalb gewisser Gränzen, zu jeglicher Stärke ajustirbar ist. Wir haben es also in unserer Macht, einen Magnet optisch zu untersuchen, können auch Portionen magnetischer Substanz in einander bringen, und somit dynamische und andere Erscheinungen innerhalb magnetischer Media beobachten. In der That können diese Substanzen nicht blofs als Magnete in das magnetische Feld gebracht werden, sondern das Feld kann mit ihnen gefüllt werden, und dann lassen sich andere Körper und andere Magnete hinsichtlich ihrer vereinten oder getrennten Wirkung in denselben untersuchen (2361 etc.).

2358) Unter den *Nickel-* und *Kobaltsalzen* wurden reine Krystalle von schwefelsaurem Nickeloxyd, und eben so solche von schwefelsaurem Kobaltoxyd gut magnetisch befunden. Auch Lösungen von Nickelsulphat, Nickelchlorid und Kobaltchlorid waren magnetisch. Damit ich in diesen Schlüssen vollkommen sicher sey, wandte ich mich an Hru. Askin von Birmingham, dessen Geschicklichkeit in Trennung des Nickel und Kobalts von einander und von den übrigen Metallen eben so bekannt ist, als der Maafsstab in welchem er diese Operationen ausführt; er versah mich mit einer Lösung von Nickelchlorid und einer von Kobaltchlorid, beide vollkommen rein; beide erwiesen sich zwischen den Polen eines Magnets gut magnetisch.

2359) Durch Erhitzung wurde die Kraft dieser Lösung nicht verringert oder verändert.

2360) Diese Resultate mit den Salzen magnetischer Metalle, vereint mit den zuvor angeführten, scheinen zu zeigen, dafs die nicht-magnetischen Metalle bei keinem Temperaturwechsel magnetisch werden (2398), sondern als eine von Eisen, Nickel und Kobalt verschiedene Klasse betrachtet werden müssen; denn keine Verbindung der nicht-mag-

netischen Metalle giebt bis jetzt irgend eine Anzeige von gewöhnlicher Magnetkraft, während diese sich in allen Verbindungen der drei letzten Metalle vorfindet.

2361) Zur Erläuterung der Hülfe, welche das Eisen und andere ähnliche Lösungen bei Untersuchung der magnetischen Phänomene darbietet (2357), so wie auch wegen des allgemeinen Schlusses, der sich aus allen in diesem Aufsatz beschriebenen Thatsachen ergibt, will ich gewisse anticipirte Resultate beschreiben, welche bei Anwendung dieser Lösungen im magnetischen Felde erhalten wurden.

2362) Es wurde eine klare Lösung von Eisenvitriol bereitet, die in einer Unze 74 Gran der wasserhaltigen Krystalle enthielt. Eine zweite Lösung bestand aus einem Volum der ersteren und drei Volumen Wasser; eine dritte Lösung enthielt ein Volum der stärkeren und funfzehn Volume Wasser. Diese Lösungen will ich mit No. 1, 2 und 3 bezeichnen; die Menge der darin enthaltenen Krystalle des Eisensalzes betrug respective 16, 4 und 1 Procent. Diese Zahlen können daher als Ausdrücke (nur allgemein (2423)) für die Stärke des magnetischen Theils der Flüssigkeit angesehen werden.

2363) Röhren, wie die zuvor beschriebenen (2279), wurden zubereitet, respective mit diesen Lösungen gefüllt und dann hermetisch versiegelt, dabei möglichst wenig Luft darin gelassen. Auch wurden Gläser mit den Lösungen gefüllt, groß genug, um eine freie Bewegung der Röhren darin zu erlauben, und doch von solcher Ausdehnung und Gestalt, daß man sie zwischen die Magnete bringen konnte. Auf diese Weise konnte die Wirkung der Magnetkräfte auf die in den Röhren enthaltenen Substanzen untersucht und beobachtet werden, sowohl wenn die Röhren sich in diamagnetischen Mitteln, wie Luft, Wasser, Alkohol etc. befanden, als auch in magnetischen Mitteln von stärkerer oder schwächerer Magnetkraft als die Substanzen in denselben Röhren.

2364) Als diese Röhren in Luft zwischen den Polen aufgehängt wurden, stellten sie sich alle, wie zu erwarten,

axial oder wie Magnete, und anscheinend mit Kräften, die den Stärken der Lösungen proportional waren. Auch wenn sie sich in Alkohol oder Wasser eingetaucht befanden, nahmen sie noch dieselbe Richtung an; die stärkste Lösung sehr gut, auch noch die zweite, aber die verdünnteste Lösung war von schwacher, obwohl in ihrem Charakter sehr deutlicher Wirkung.

2365) Sehr interessant waren die Resultate, wenn die Röhren in die verschiedenen Eisenlösungen getaucht wurden. Die Röhre No. 1 (die stärkst magnetische) hatte, innerhalb der Lösung No. 1, keine Neigung unter dem Einfluß der Magnetkraft irgend eine besondere Lage anzunehmen, sondern blieb überall, wo sie war. In No. 2 gebracht, stellte sie sich gut axial, und in der Lösung No. 3 nahm sie dieselbe Richtung mit noch größerer Kraft an.

2366) Die Röhre No. 2, innerhalb der Lösung No. 1 befindlich, stellte sich aequatorial, d. h. wie schweres Glas, Wismuth oder überhaupt ein diamagnetischer Körper in der Luft. In der Lösung No. 2 war sie indifferent, richtete sich nirgends hin, und in der Lösung No. 3 stellte sie sich axial oder wie ein magnetischer Körper. Die Röhre No. 3 mit der schwächsten Lösung stellte sich aequatorial in den Lösungen No. 1 und 2, aber gar nicht in der Lösung No. 3.

2367) Es wurden mehre andere Eisenlösungen von verschiedener Stärke bereitet, und als allgemeines und constantes Resultat ergab sich, daß jede Röhre sich axial stellte, wenn die in ihr enthaltene Lösung concentrirter war als die umgebende, und aequatorial, wenn die Lösung in der Röhre die schwächere von beiden ausmachte.

2368) Die Röhren wurden nun senkrecht aufgehängt, so daß sie, innerhalb der verschiedenen Lösungen, dem einen der Magnetpole nahe gebracht und wie der anzeigende Würfel oder die Kugel von Wismuth oder schwerem Glase (2266) angewandt werden konnte. Das constante Resultat war, daß wenn die Röhre eine stärkere Lösung als die umgebende enthielt, sie von dem Pole angezogen ward, daß

sie dagegen eine Abstofsung erfuhr, wenn ihre Lösung die schwächere war. Die letzteren Erscheinungen machten sich in jeder Beziehung eben so wie die Abstofsung des schweren Glases, des Wismuths oder irgend eines diamagnetischen Körpers in Luft.

2369) Nachdem ich diese Erscheinungen beschrieben, will ich bis zum letzten Abschnitt dieses Aufsatzes von ihrer weiteren Betrachtung abstehen, und zu gewissen Resultaten übergehen, die specieller zum gegenwärtigen Theil dieser Untersuchungen gehören.

2370) Da die magnetischen Metalle, Eisen, Nickel und Kobalt, in ihren Verbindungen ebenfalls Substanzen von magnetischen Eigenschaften darstellen (2360), so schien es sehr wahrscheinlich, daß andere Metalle, hinsichtlich deren magnetischen Charakters, wegen eines möglichen Eisengehalts der untersuchten Proben, Zweifel obwalten, auf diese Weise in Bezug auf ihren magnetischen Charakter geprüft werden könnten; denn der Analogie nach schien es wahrscheinlich, daß jedes an sich magnetische Metall auch in seinen Verbindungen magnetisch seyn würde, und, nach dem Charakter der großen Klasse von diamagnetischen Körpern zu urtheilen (2275), daß keine magnetische Verbindung von einem nicht an sich magnetischen Metalle zu erhalten wäre. Demgemäß schritt ich dazu, die Verbindungen vieler Metalle auf diese Weise zu prüfen, und somit erhielt ich die folgenden Resultate.

2371) *Titan.* — Wollaston hat die magnetischen Wirkungen von Titankrystallen beschrieben, und zugleich die Meinung ausgesprochen, daß dieselben von Eisen herrühren¹⁾. Ich nahm eine Probe Titanoxyd, welche ich für vollkommen eisenfrei halte, schloß sie in eine Röhre ein (2279) und unterwarf sie der Wirkung des Elektromagneten (2246. 2247). Sie erwies sich dabei ungezwungen magnetisch. Eine andere von Hrn. Johnson erhaltene Probe, die er für völlig eisenfrei hielt, war ebenfalls magnetisch.

Ich

1) *Philosoph. Transact.*, 1823, p. 400.

Ich schliesse hieraus, dafs das Titan wirklich ein magnetisches Metall ist.

2372) *Mangan*. — Berthier hat meines Wissens zuerst angegeben, dafs dies Metall in sehr niedrigen Temperaturen magnetisch sey ¹⁾. Als ich Proben der verschiedenen Oxyde, welche für rein gehalten wurden, der Magnetkraft unterwarf, erwiesen alle sich als magnetisch, besonders das Oxydul. Auch waren es die folgenden Manganverbindungen im reinen und trocknen oder krystallisirten Zustande: Chlorid, Sulphat, Ammonio-Sulphat, Phosphat, Carbonat und Borat; ferner die Lösungen vom Chlorid, Nitrat, Sulphat und Ammonio-Sulphat. Eine Probe des Ammonio-Sulphats wurde durch Zusatz von etwas kohlen-saurem Ammoniak alkalisch gemacht, gekocht und dann drei Mal sorgfältig umkrystallisirt. Auch jetzt noch waren die Krystalle, so wie die Lösung des gereinigten Salzes, vollkommen und gut magnetisch. Ich zweifle deshalb nicht, dafs das Mangan, wie Berthier sagt, ein magnetisches Metall ist. Wenn aus dem Grade des Magnetismus der Verbindungen ein Schluß gezogen werden kann hinsichtlich der Magnetkraft des Metalls, so würde ich glauben, dafs das Mangan bei hinreichend niedriger Temperatur diese Kraft in bedeutendem Maafse besitzt ²⁾.

2373) *Cerium*. — Ich weifs nicht, dafs man bis jetzt das Cerium zu den magnetischen Metallen gezählt habe. Versuche mit dem Hydrat des Oxyduls, dem Carbonat und dem Chlorid dieses Metalls, so wie mit dem Doppelsulphat von Oxyd und Kali zeigten mir, dafs diese Verbindungen alle magnetisch sind, eben so die Lösungen derer, die löslich sind. Da nun alle diese Verbindungen unzweifelhaft magnetisch sind, so ist jeder Grund da zu glauben, dafs auch das Cerium magnetisch seyn werde (2370).

2374) *Chrom*. — Die magnetischen Erscheinungen der

1) *Traité des Essais par la voie sèche*, T. I, p. 532. — *Phil. Mag.* 1845, Vol. XXVII, p. 2. (Annalen, Bd. 65, S. 643.)

2) *Phil. Mag.*, 1845, Vol. XXVII, p. 2. (Ann. Bd. 45, S. 643.)

Poggendorff's Annal. Bd. LXIX.

Chromverbindungen sind sehr interessant. Portionen von chromsaurem und doppelchromsaurem Kali wurden durch drei sorgfältige Umkrystallisierungen gereinigt, dann wurde ein Theil des Bichromats in einem Platintiegel erhitzt, bis das zweite Aequivalent Chromsäure in krystallisirtes Chromoxydul verwandelt war, und dieses nun gewaschen und getrocknet; es zeigte sich gut magnetisch. Alle übrigen Proben von Chromoxydul, die untersucht wurden, waren es ebenfalls. Eine Probe von Warrington's Chromsäure erwies sich sehr schwach magnetisch.

2375) Chromsaures Bleioxyd, dem Magnet unterworfen, stellte sich aequatorial und ward abgestoßen. Dasselbe war der Fall mit Krystallen von chromsaurem Kali. Krystalle von doppelt-chromsaurem Kali wirkten jedoch nicht so; denn wenn sie überhaupt afficirt wurden, waren sie in sehr geringem Grade magnetisch, als Beweis vom Einfluß des vermehrten Antheils der Chromsäure. Lösungen von beiden Salzen stellten sich gut aequatorial und wurden abgestoßen, dadurch den diamagnetischen Einfluß des anwesenden Wassers darthuend (2422).

2376) Wie schon angegeben, ward eine Lösung des Bichromats, in einer Röhre enthalten, aequatorial gestellt und abgestoßen. Wurde aber dieselbe Lösung mit etwas Alkohol und etwas Salzsäure oder Schwefelsäure versetzt und einige Minuten erhitzt, um die Chromsäure in Oxydul oder Chlorür zu verwandeln, so fand sie sich, innerhalb der Röhre dem Magnet unterworfen, stark magnetisch.

2377) Ich glaube, es ist früher gesagt worden, das Chrom sey ein magnetisches Metall. Da obige Resultate mit reinen Verbindungen desselben erhalten wurden, so ist meiner Meinung nach daran nicht mehr zu zweifeln.

2378) *Blei.* — Die Verbindungen des Bleis werden aequatorial gestellt und abgestoßen. Die untersuchten Substanzen waren: das Chlorid, Jodid, Sulphuret, Sulphat, Phosphat, Carbonat, Acetat und das geschmolzene Oxyd. Eine Portion von sehr sorgfältig krystallisirtem Nitrat wurde gelöst, durch reines Zink gefällt und das erhaltene Blei mit

verdünnter Salpetersäure gewaschen, um basische Salze zu entfernen. Ein solches Blei war frei von Magnetismus; und folglich gehört dieß Metall zu den diamagnetischen Körpern, sowohl direct als wegen seiner Verbindungen. Gewöhnliches Blei ist magnetisch; es ist nicht leicht, dasselbe in dem reinen diamagnetischen Zustand zu erhalten.

2379) *Platin*. — Bis jetzt habe ich noch kein bearbeitetes Stück dieses Metalls frei von Magnetismus gefunden, nicht einmal das von Wollaston selbst bereitete und der K. Gesellschaft hinterlassene. Proben des reinsten Platins von Hrn. Johnson wurden auch schwach magnetisch befunden.

2380) Sauberes Platin (Blech und Schnitzel) wurde in reinem Königswasser gelöst und die Lösung zur Trockne verdunstet. Sowohl das trockne Chlorid als die Lösung desselben wurde aequatorial gestellt und abgestoßen vom Magnet. Ein Theil des Chlorids wurde gelöst und sauer gemacht, dann durch eine saure Lösung von salzsaurem Ammoniak gefällt und das trockne Platinchlorid-Ammoniak gewaschen und getrocknet. Auch dieses wurde vom Magnet aequatorial gestellt und abgestoßen. Platinschwamm dagegen, aus diesem Chloridammoniak durch Erhitzung in einer Röhre von Flintglas dargestellt und zu einem Kuchen zusammengedrückt, ward axial gestellt und an der Seite des Magneten angezogen, war also magnetisch.

2381) Für jetzt glaube ich, daß das Platin ein magnetisches Metall ist, obwohl in sehr geringem Grade, und daß in den Verbindungen die Aenderung des Aggregatzustands und die Gegenwart anderer Substanzen von diamagnetischem Charakter hinreichend sind, den Magnetismus zu verdecken und das Ganze diamagnetisch zu machen (2422).

2382) *Palladium*. — Alles im Besitz der K. Gesellschaft befindliche, von Wollaston bereitete Palladium, zusammen zehn Stangen und gewalzte Bleche, ist magnetisch. Proben dieses Metalls von Hrn. Johnson, für rein gehalten, waren ebenfalls schwach magnetisch. Das Chlorid, das Bichlorid-Ammoniak und das Cyanid des Palla-

diums wurden durch den Magneten aequatorial gestellt und abgestofsen. Dasselbe Cyanid, durch Erhitzung entweder in offenen Platintiegeln oder in verschlossenen Glasröhren reducirt, gab ein Palladium, das in schwachem Grade magnetisch war. Einiges von Wollaston's Palladium wurde in reinem Königswasser gelöst, und die Lösung langsam durch reines, eisenfreies, nicht magnetisches Zink gefällt. Fünf successiv gefällte Portionen des Metalls waren *alle magnetisch*. Aus derselben Lösung wurde durch reines salzsaures Ammoniak Palladiumbichlorid-Ammoniak bereitet und mit Königswasser digerirt. Das Salz selbst wurde abgestofsen, war also diamagnetisch; das daraus durch Erhitzung in Glasröhren oder Kapseln von Berliner Porcellan dargestellte Palladium war aber magnetisch. Nach allen diesen Resultaten glaube ich, daß das Palladium, obwohl schwach, doch wahrhaft magnetisch ist.

2383) *Arsen*. — Diefs Metall erforderte eine sehr eigenthümliche Untersuchung; selbst wenn es zwei bis drei Mal nach einander sorgfältig sublimirt worden, zeigte es Erscheinungen, die mich es manchmal zu den magnetischen, manchmal zu den diamagnetischen Körpern stellen ließen. Aus Allem bin ich zu glauben geneigt, daß es zu den letzteren Substanzen gehört, aber nur wenig vom Null- oder Mittelpunkt entfernt liegt. Reiner weißer Arsenik wird durch einen Magnetpol ohne weiteres aequatorial gestellt und abgestofsen.

2384) In Bezug auf die Stellung kurzer Stäbe zwischen Magnetpolen von breiten flachen Seiten muß ich bemerken, daß solche Stäbe sich zuweilen axial stellen und magnetisch zu seyn scheinen (*when they do not belong to that class*), und daß sie von einem einzelnen Pol abgestofsen werden. Die Ursache dieser Wirkung ist bereits (2298. 2299) gegeben; man entfernt sie durch Anwendung keilförmiger oder kegelförmiger Pole.

2385) *Osmium*. — Osmiumsäure, von Hrn. Johnson, in feinen durchsichtigen Krystallen war deutlich diamagnetisch, da es abgestofsen ward. Proben von dem Metall

und dem Oxydul waren schwach magnetisch. Das Oxydul war erhalten durch Wirkung von Alkohol auf eine Lösung von Osmiumsäure, die zwei Mal mit Wasser destillirt worden; das Metall wurde für vollkommen frei von anderen Substanzen gehalten. Wahrscheinlich also gehört das Osmium zu der magnetischen Klasse.

2386) *Iridium*. — Hr. Johnson versah mich mit verschiedenen Iridiumpräparaten. Das Oxyd, Chlorid und Ammoniochlorid waren magnetisch; eben so verhielt sich eine Probe Metall. Ein anderes Stück des Metalls, das für sehr rein gehalten wurde, war gar nicht magnetisch; nach allem bin ich zu glauben geneigt, daß das Iridium nicht zur magnetischen Klasse gehört.

2387) *Rhodium*. — Ein wohl geflossenes Stück dieses Metalls, von Wollaston dargestellt, war magnetisch; allein Krystalle vom Chlorid und vom Natriumchlorid des Rhodiums, von demselben Physiker dargestellt, und andere von Hrn. Johnson, waren nicht magnetisch, sondern wurden gut aequatorial gestellt. Ich schliesse deshalb, daß das Metall wahrscheinlich nicht magnetisch ist, oder wenn es magnetisch ist, wenig vom Nullpunkt entfernt liegt.

2388) *Uran*. — Uranoxyd war nicht magnetisch, Uranoxydul schwach magnetisch. Für jetzt habe ich dies Metall in die diamagnetische Klasse gestellt.

2389) *Wolfram*. — Das Oxyd und die Säure dieses Metalls wurden der Untersuchung unterworfen; beide stellten sich gut aequatorial. Die Säure wurde deutlich von einem einzigen Pole abgestoßen; das Oxyd schien beinahe neutral zu seyn. Hienach betrachte ich für jetzt das Wolfram als ein diamagnetisches Metall.

2390) *Silber* — ist nicht magnetisch (2291), eben so wenig eine seiner Verbindungen.

2391) *Antimon* — ist nicht magnetisch (2291), auch nicht eine seiner Verbindungen.

2392) *Wismuth* — ist nicht magnetisch (2291), auch nicht eine seiner Verbindungen. Da ich von jedem dieser drei Metalle viele Verbindungen untersucht habe, so halte

ich es für gut, an den Zusammenhang zwischen ihnen und ihren metallischen Basen zu erinnern (2370).

2393) *Natrium*. — Eine schöne große Kugel, einen halben Kubikzoll groß, wurde gut abgestoßen, war also diamagnetisch.

2394) *Magnesium*. — Alle Verbindungen oder Salze dieses Metalls sind nicht magnetisch.

2395) Dasselbe gilt vom *Calcium*, *Strontium*, *Barium*, *Natrium*, *Kalium* und *Ammonium*.

2396) Aus dem Verhalten der Verbindungen sowohl als aus den directen Ergebnissen bei einigen der Metalle scheint es demnach, daß, außer Eisen, Nickel und Kobalt, folgende magnetisch sind: *Titan*, *Mangan*, *Cerium*, *Chrom*, *Palladium* und *Platin*. Es ist jedoch möglich, daß es Metalle giebt, welche magnetische Kraft besitzen, aber in so schwachem Grade, wie Platin und Palladium, daß sie in ihren Verbindungen keine Spur davon zeigen. Dies kann der Fall seyn mit *Wolfram*, *Uran*, *Rhodium* etc.

2397) Ich habe mehre der diamagnetischen Metalle erhitzt, selbst bis zu ihrem Schmelzpunkt, aber weder in dem Charakter noch in dem Grade ihres magnetischen Verhaltens irgend eine Aenderung zu beobachten vermocht.

2398) Vielleicht mag bei einigen Metallen, deren Verbindungen gleich denen vom Eisen, Nickel und Kobalt magnetisch sind, das Erkalten einen weit höheren Grad von Kraft in ihnen erregen, als man bis jetzt von ihnen kennt. Mangan, Chrom, Cer, Titan sind in dieser Beziehung Metalle von vielem Interesse. Osmium, Iridium, Rhodium und Uran müssen mit ihnen demselben Versuch unterworfen werden.

2399) Folgendes ist ein Versuch, einige der Metalle hinsichtlich ihrer magnetischen Kraft zu ordnen. Als Null- oder Mittelpunkt ist derjenige Zustand angenommen, wo ein Metall oder eine Substanz, was Anziehung oder Abstossung in Luft oder im Vacuo betrifft, sich indifferent verhält. Je weiter eine Substanz von diesem Punkt gestellt ist, desto entschiedener tritt seine Anziehung oder Abstossung

gegen einen Magnet hervor. Nichts destoweniger wird diese Ordnung sehr wahrscheinlich bei fernerer sorgfältiger Beobachtung unrichtig befunden werden.

Magnetisch.

Diamagnetisch.

Eisen

Wismuth

Nickel

Antimon

Kobalt

Zink

Mangan

Zinn

Chrom

Kadmium

Cer

Natrium

Titan

Quecksilber

Palladium

Blei

Platin

Silber

Osmium

Kupfer

Gold

Arsen

Uran

Rhodium

Iridium

Wolfram

0^o

VI. Wirkung von Magneten auf Luft und Gase.

2400) Es war unmöglich in einer Untersuchung wie die eben beschriebene vorzurücken, ohne nicht verschiedene theoretische Ansichten über die Wirkungsweise der die Erscheinungen hervorbringenden Körper zu fassen. Bei Ueberlegung dieser Ansichten war der anscheinende Mittelzustand, welchen die *Luft* zwischen magnetischen und diamagnetischen Substanzen einnahm, vom größten Interesse, und es führte mich hinsichtlich ihres wahrscheinlichen Einflusses zu vielen Versuchen, welche ich jetzt kurz beschreiben will.

2401) Ein dünnes Flintglasrohr, in welches gemeine Luft hermetisch eingeschlossen war, wurde, umgeben von Luft, zwischen die Magnetpole gebracht (2249) und die Wirkung der Magnetkraft auf sie beobachtet. Die Röhre

zeigte eine schwache Neigung zur aequatorialen Stellung, herrührend von der Substanz der Röhre, in welche die Luft eingeschlossen war.

2402) Nun wurde die die Röhre umgebende Luft mehr oder weniger fortgenommen, zuletzt bis zu dem Grade als es eine gute Luftpumpe zu thun im Stande war; allein wie weit auch die Verdünnung gehen mochte, so schien doch die Röhre mit Luft genau in derselben Weise afficirt zu werden, wie wenn sie von Luft von derselben Dichte umgeben war.

2403) Nun umgab ich die Luftröhre folgweise mit Wasserstoff und Kohlensäure; allein in beiden Gasen, bei verschiedenen Graden der Verdünnung, blieb die Luft-Röhre so indifferent wie zuvor.

2404) Hieraus erhellt also, dafs zwischen dichter und lockerer Luft, auch, so weit die Versuche gehen, zwischen einem Gase oder Dampfe und einem anderen, kein merklicher Unterschied vorhanden ist.

2405) Da es nicht ganz unwahrscheinlich schien, dafs die aequatoriale und axiale Körperreihe oder deren Abstosungen und Anziehungen von umgekehrten (*converse*) Wirkungen der die Körper umgebenden Mitteln abhängen möchten (2361), so begann ich nun zu untersuchen, was bei diamagnetischen Substanzen erfolgen würde, wenn man das Gas oder die Luft ihrer Umgebung an Dichte oder Natur verändere, oder was geschehen würde, wenn man die Luft mit solchen Körpern umgebe.

2406) Die Luft-Röhre (2401) wurde in Wasser aufgehängt, gehalten unter der Oberfläche, durch einen Wis-muthwürfel, der dicht unter dem Drehpunkt daran befestigt war, also derselben keine Richtung zu geben im Stande war; dann den magnetischen Kräften ausgesetzt, nahm sie sogleich eine axiale Richtung an, wie es ein Magnete thun haben würde. Dem einen der Pole genähert, bewegte sie sich, als die Magnetkraft entwickelt ward, und schien nach Art eines magnetischen Körpers angezogen zu werden; dies dauerte so lange, als man die Magnetkraft in Thätigkeit erhielt.

2407) In gleicher Weise wurde die Luftröhre der Wirkung der magnetischen Kraft ausgesetzt, als sie von Alkohol oder Terpenthinöl umgeben war; die Resultate waren genau dieselben wie beim Wasser. In allen diesen Fällen war die Wirkung der Luft in den Flüssigkeiten genau dieselbe wie die Wirkung eines magnetischen Körpers in Luft. Die Luftröhre wurde auch der Wirkung des Magnets unterworfen als sie sich unter Quecksilber befand, und auch hier stellte sie sich axial.

2408) Um die Versuche über Luft und Gase noch weiter auszudehnen, brachte ich nun diamagnetische Substanzen in dieselben. So wurde ein Stab vom schweren Glase (2253) in einer Flasche mit Luft aufgehängt und letztere mehr oder weniger verdünnt; allein, wie zuvor bei der Luftröhre (2402), hatten diese Veränderungen keinen Erfolg. Der Stab möchte in Luft von gewöhnlicher Dichtigkeit oder von solcher Lockerheit, als die Luftpumpe ihr geben konnte, aufgehängt werden; sie stellte sich dennoch aequatorial, und anscheinend immer mit demselben Grade von Stärke.

2409) Die Wismuthstange (2296) wurde in derselben Flasche aufgehängt, und die Dichtigkeit der Luft wie zuvor geändert; allein dies brachte weder in der Art, noch der Stärke nach, irgend einen Unterschied in der Wirkung des Wismuths hervor. Es wurden hierauf successiv Kohlensäure und Wasserstoffgas in die Flasche gebracht, und dieselben in verschiedenen Graden der Dichtigkeit angewandt; allein die Resultate waren dieselben. Die Wirkung des Wismuths zeigte sich nicht verändert.

2410) Ein Wismuthwürfel ward unter gewöhnlichem Druck in Luft und verschiedenen Gasen aufgehängt, möglichste Verdünnung hervorgebracht, alsdann dem einen Magnetpol genähert und seine Abstofsung beobachtet; seine Wirkung war in allen diesen Fällen genau dieselbe wie in der Atmosphäre.

2411) Der Kupferstab (2323) ward senkrecht neben dem Magnetpol *im Vacuo* aufgehängt; allein sein Stellen,

träges Bewegen und Zurückgehen war genau so wie zuvor in der Luft (2324).

2412) Röhren (2401), enthaltend respective ein Vacuum, Luft, Wasserstoff, Kohlensäuregas, schwefligsaures Gas und Aetherdampf, wurden mit Wasser umgeben und dann der Magnetkraft ausgesetzt; sie alle stellten sich axial, und so weit ich wahrnehmen konnte mit gleicher Kraft. In Alkohol gebracht, trat derselbe Erfolg ein.

2413) Dieselben Präparate, von Luft oder Kohlensäuregas umgeben, stellten sich aequatorial.

2414) Die axiale Stellung der Röhren in der Flüssigkeit (2412) hängt ohne Zweifel von der Beziehung des Inhalts der Röhre zum umgebenden Medium ab; denn was die Substanz der Röhre betrifft, so würde sie allein eine aequatoriale Lage zu geben getrachtet haben. Bei den anderen Versuchen (2413), wo die mit Gasen gefüllten Röhren von Gasen umgeben waren, rührt die aequatoriale Stellung von diesem Effect des Glases der Röhre her, und dafs dieses seine schwache Wirkung, ungestört von allen Variationen der Gase und Dämpfe, constant ausübt, ist ein Beweis, wie gleich und wie indifferent die letzteren zu einander sind.

2415) Ich hing eine Röhre voll flüssiger schwefliger Säure in schwefligsaurem Gase auf; unter dem Einflufs des Magneten stellte sich die Flüssigkeit gut aequatorial. Ich umgab flüssige salpetrige Säure mit gasförmiger salpetriger Säure; die Flüssigkeit stellte sich ebenfalls aequatorial. Ich brachte flüssigen Aether in Aetherdampf, und auch hier stellte sich die Flüssigkeit aequatorial. Als dagegen eine Röhre mit Aetherdampf in flüssigem Aether aufgehängt ward, stellte der Dampf sich axial.

2416) Bei jeder Art und Form des Versuchs nehmen also die Gase und Dämpfe eine mittlere Lage zwischen den magnetischen und diamagnetischen Körpern ein. Was für chemische oder andere Eigenschaften die Gase auch haben mögen, wie verschieden im specifischen Gewichte oder im Grade der Verdünnung sie auch seyn mögen, so

sind sie doch alle in ihrem magnetischen Verhalten einander gleich, und anscheinend einem vollkommenen Vacuum aequivalent. Körper, welche ausgezeichnet diamagnetisch sind, verlieren sogleich alle Spuren dieser Eigenschaft, so wie sie dampfförmig werden (2415). Es würde ungemein interessant seyn zu wissen, ob ein Körper aus der magnetischen Klasse, z. B. Eisenchlorid, dieselbe Veränderung erleide.

VII. Allgemeine Betrachtungen.

2417) Dieß sind die Thatsachen, welche nebst denen beim Licht eine für uns neue magnetische Wirkung oder Beschaffenheit der Materie darthun. Unter dieser Wirkung stellt sich ein längliches Stück einer solchen Materie gewöhnlich (2253. 2384) winkelrecht gegen die Linien der Magnetkraft, und diese Erscheinung kann auf die einfachere einer Abstofsung der Materie durch beide Magnetpole zurückgeführt werden. Die Stellung des länglichen Stücks oder die Abstofsung der ganzen Masse dauert so lange als die Magnetkraft unterhalten wird, und hört mit deren Verschwinden auf.

2418) Bei Wirkung dieser Kraft kann der bewegte Körper entweder *längs* den magnetischen Linien oder *quer* gegen dieselben fortgeführt werden, längs und quer in beiden Richtungen. So läßt sich bewirken, daß zwei Stücke der Materie, die gleichzeitig dieser Kraft unterworfen werden, einander nähern, wie wenn sie sich anzögen, oder von einander entfernen, wie wenn sie sich abstießen. Alle Erscheinungen kommen darauf zurück, daß ein Stück solcher Materie, wenn es der magnetischen Wirkung unterliegt, von stärkeren zu schwächeren Orten oder Punkten zu gehen sucht. Ist die Substanz auf allen Seiten von magnetischen Linien gleicher Kraft umgeben, so bewegt sie sich nicht, in auffallendem Gegensatz zu einem linearen elektrischen Strom unter denselben Umständen.

2419) Diese Erscheinung ist neu, nicht nur in sofern als der Magnet auf früher für indifferent gegen seinen Ein-

fluß gehaltene Körper einwirkt, sondern sie ist neu, weil sie uns eine zweite Art der Wirkungsweise der Magnetkraft kennen lehrt. Diese beiden Arten stehen in derselben allgemeinen antithetischen Relation zu einander, wie das Positive und Negative bei der Elektrizität, wie Nordheit und Südheit (*northness and southness*) bei der Polarität, oder wie elektrische und magnetische Linien bei der Magneto-Elektrizität. Die diamagnetischen Phänomene sind um so wichtiger, als sie den Charakter von Dualität, welcher im gewissen Grade schon von der Magnetkraft bekannt war, bedeutend und in neuer Richtung erweitern.

2420) Die Materie scheint der Magnetkraft eben so allgemein unterworfen zu seyn, als sie es der Schwerkraft, den elektrischen, den chemischen oder cohäsiven Kräften ist. Denn, was nicht in der Weise der gewöhnlichen magnetischen Wirkung von ihr ergriffen wird, wird es in der zuvor von mir beschriebenen Weise, sobald die Materie den starren oder flüssigen Zustand besitzt. Hienach scheinen die Substanzen in zwei große Abtheilungen zu zerfallen, in die magnetischen und in die, welche ich diamagnetische genannt habe. Zwischen diesen beiden Klassen ist der Contrast, obwohl im Grade verschieden, so groß und direct; daß wenn eine Substanz aus der einen Klasse angezogen wird, eine aus der anderen abgestoßen wird, und daß wenn ein Stab aus der einen eine gewisse Lage annimmt, ein Stab aus der anderen sich rechtwinklich darauf stellt.

2421) Bis jetzt habe ich noch keinen einfachen starren oder flüssigen Körper gefunden, der vollkommen neutral wäre, d. h. in der Luft weder angezogen noch abgestoßen würde. Für die Betrachtung der magnetischen Wirkung würde es wahrscheinlich wichtig seyn zu wissen, ob eine in der Natur vorkommende einfache Substanz diese Neutralität im starren oder flüssigen Zustand besitze. Unter den zusammengesetzten oder gemischten Körpern kann es deren viele geben; und da es für den Fortschritt der Experimental-Untersuchung wichtig seyn kann, will ich die

Principien beschreiben, nach welchen ich eine solche Substanz bereitet habe, wenn sie als umgebendes Mittel erforderlich wurde.

2422) Es ist klar, daß die Eigenschaften der magnetischen und diamagnetischen Körper hinsichtlich ihrer dynamischen Wirkungen einander entgegengesetzt sind, und daß deshalb durch eine gehörige Mischung von Körpern aus beiden Klassen eine Substanz von jedem intermediären Grad von Beschaffenheit erhalten werden kann. Schwefelsaures Eisenoxydul gehört zu der magnetischen Klasse, Wasser zu der diamagnetischen. Bei Anwendung dieser Substanzen fand ich, daß es leicht sey, eine Lösung darzustellen, die, in der Luft, weder angezogen, noch abgestoßen, noch gerichtet ward. Wird sie in Bezug auf das Eisen etwas verdünnter gemacht, so stellt sie sich axial im Wasser, aber aequatorial in der Luft; und durch Zusatz von mehr Eisenvitriol oder mehr Wasser läßt sie sich mehr und mehr in die magnetische oder in die diamagnetische Klasse bringen.

2423) So erhält man ein *flüssiges* Medium, welches practisch, so weit ich sehen kann, jeden magnetischen Charakter besitzt, und als ein Gas, selbst als ein Vacuum wirkt. Da wir sowohl magnetisches als diamagnetisches Glas haben (2354), so ist es offenbar möglich, eine *starre* Substanz zu bereiten, welche denselben neutralen magnetischen Charakter besitzt.

2424) Beim gegenwärtigen unvollkommenen Zustand unserer Kenntnisse würde die Aufstellung einer allgemeinen Liste der Substanzen etwas sehr Voreiliges seyn. Die untenstehende hat daher bloß den Zweck, eine Idee zu geben, welche sonderbare Anordnung die Körper hinsichtlich der magnetischen Kraft erhalten, und um mich später darauf zu beziehen:

Eisen
Nickel
Kobalt
Mangan
Palladium

Kronglas
 Platin
 Osmium
 0° Luft und Vacuum.
 Arsen
 Aether
 Alkohol
 Gold
 Wasser
 Quecksilber
 Flintglas
 Zinn
 Schweres Glas
 Antimon
 Phosphor
 Wismuth.

2425) Sehr interessant ist es zu bemerken, daß die Metalle an den Enden der Reihen stehen, und unter allen Körpern einander hinsichtlich ihrer magnetischen Beschaffenheit am entgegengesetzten sind. Auch ist es ein sehr merkwürdiger Umstand, daß diese Abweichungen (*differences and departures*) vom Mittelzustand in den Metallen an beiden Enden, Eisen und Wismuth, mit einem geringen Leitungsvermögen für Elektrizität verknüpft sind. Zugleich muß sich der *Contrast* beider Metalle rücksichtlich ihrer faserigen und körnigen Beschaffenheit, ihrer Schmiedbarkeit und Spröde, aufdrängen, wenn man über den möglichen Zustand ihrer Moleküle während der Einwirkung der Magnetkraft nachdenkt.

2426) In Bezug auf die Metalle und die nicht zu dieser Klasse gehörigen diamagnetischen Körper (2286) ist es befriedigend, auf die Frage wegen der Meinung, daß alle Körper magnetisch seyen wie das Eisen, eine nicht bloß negative Antwort geben zu brauchen, sondern positive Beweise zu haben, daß sie sich in einem anderen und entgegengesetzten Zustand befinden, und im Stande sind, einen sehr bedeutenden Grad von Magnetkraft aufzuwägen (2448).

2427) Wie schon angegeben, ist die Magnetkraft in ihrer Wirkung auf Körper der magnetischen und diamagnetischen Klasse so schlagend verschieden, daß sie die einen anzieht, wenn sie die anderen abstößt; und dies wissen wir nicht anders zu erklären, als durch eine Wirkung auf die Theilchen oder die Masse der Substanzen, welche sie in einen anderen Zustand versetzt. Unter diesem Gesichtspunkt ist es sehr auffallend, die Resultate mit denen, welche ein polarisirter Lichtstrahl darbietet, zu vergleichen, besonders da sich dann eine merkwürdige Verschiedenheit herausstellt. Denn wenn aus beiden Klassen durchsichtige Körper genommen werden, z. B. schweres Glas oder Wasser aus der diamagnetischen, grünes Glas oder Eisenvitriol-Lösung aus der magnetischen, so wird eine gegebene Magnetkraftlinie die Abstofsung der einen und die Anziehung der anderen veranlassen; allein diese selbe Kraftlinie, welche die Theilchen so verschiedenartig afficirt, wirkt auf den durch sie gehenden polarisirten Strahl genau auf gleiche Weise in beiden Fällen; denn die beiden Körper drehen ihn in derselben Richtung (2160. 2199. 2244).

2428) Diese Betrachtung wird noch wichtiger, wenn wir sie verknüpfen mit den diamagnetischen und den optischen Eigenschaften der Körper, welche einen polarisirten Strahl drehen. So werden eine Eisenlösung und ein Quarzstück, welches auf einen Lichtstrahl drehend wirkt, beide durch den Einfluß *einer selben* Magnetkraftlinie gerichtet, die erstere axial, der andere aequatorial; allein die Drehung, welche diese zwei Körper dem Lichtstrahl einprägen, so weit sie unter dem Einfluß derselben Magnetkraft stehen, ist *dieselbe* für beide. Ferner ist diese Drehung ganz unabhängig von der des Quarzes und ihr in einem sehr wesentlichen Punkt ganz unähnlich; denn für sich kann der Quarz den Strahl nur in Einer Richtung drehen; allein unter dem Einfluß der Magnetkraft vermag er ihn sowohl rechts als links zu drehen, je nach dem Lauf des Strahls (2231. 2232). Nimmt man zwei Stücke Quarz (oder zwei Röhren mit Terpenthinöl), welche den Lichtstrahl *entgegengesetzt* drehen, so wirkt die zusätzliche Drehkraft, welche sie unter der

Herrschaft des Magnetismus erlangen, immer in *gleicher* Richtung, und diese Richtung kann in beiden Quarzen nach der Rechten oder Linken gehen. Während alle deß bleibt aber der *Contrast* zwischen dem Quarz, als diamagnetischem Körper, und der Eisenlösung, als einem magnetischen, ungestört bestehen. Gewisse, aus diesen Contrasten entsprungene Betrachtungen in Betreff eines Lichtstrahls, die sich mir aufgedrängt haben, hoffe ich der K. Gesellschaft vorzulegen, wenn es die Zeit mir erlaubt haben wird, sie dem Experiment zu unterwerfen.

2429) Eine Erklärung der Bewegungen diamagnetischer Körper und all der dynamischen Erscheinungen, die aus der Wirkung der Magnete auf sie entspringen, möchte sich in der Annahme darbieten, daß die magnetische Induction in ihnen einen entgegengesetzten Zustand hervorruft, wie er in magnetischen Körpern erzeugt wird, d. h. daß wenn man von jeder Körperart ein Theilchen in das magnetische Feld brächte, beide magnetisch würden, und jedes seine Axe parallel der durch sie hingehenden magnetischen Resultante stellte, doch mit dem Unterschied, daß die Theilchen des magnetischen Körpers ihre Nord- und Südpole den entgegengesetzten Polen des inducirenden Magneten zuwendeten, die Theilchen des diamagnetischen aber es umgekehrt machten. Daraus würde dann eine Näherung des einen Körpers und ein Zurückweichen des anderen erfolgen.

2430) Nach Ampère's Theorie würde diese Annahme damit übereinkommen, daß, während in Eisen und dergleichen magnetischen Körpern Ströme parallel mit den im inducirenden Magnet oder galvanischen Apparat vorhandenen inducirt werden, im Wismuth, schweren Glase und den übrigen diamagnetischen Körpern Ströme von entgegengesetzter Richtung aufträten. Dieß würde den Strömen in diamagnetischen Körpern gleiche Richtung geben mit denen, welche zu *Anfange* des inducirenden Stroms in diamagnetischen Leitern inducirt werden, und den in magnetischen Körpern gleiche mit denen, welche beim *Aufhören* desselben inducirenden Stromes entstehen. Hinsichtlich nicht-
lei-

leitender magnetischer und diamagnetischer Substanzen würde keine Schwierigkeit entspringen, weil die hypothetischen Ströme nicht in der Masse, sondern ringsum die Theilchen der Substanz angenommen werden.

2431) So weit die Erfahrung bis jetzt reicht, scheint es, dafs die bekannten Inductions-Effecte auf Massen von magnetischen und diamagnetischen Metallen *dieselben* sind. Wenn ein gerader Eisenstab quer durch die Magnetkraftlinien geführt, oder ein gerader oder schraubenförmiger Stab oder Draht vor einem in Thätigkeit gerathenden (Elektro-) Magnet gehalten wird, so werden elektrische Ströme inducirt, welche sich durch den Stab oder Schraubendraht in gewissen bestimmten Richtungen bewegen (38. 114 etc.). Wendet man unter denselben Umständen einen Stab oder Schraubendraht von Wismuth an, so werden ebenfalls Ströme inducirt, und genau in derselben Richtung wie im Eisen. Es ist also hier in der Richtung des inducirten Stroms kein Unterschied vorhanden, und kein sehr grofser in seiner Kraft, kein solcher in der That als zwischen den in einem dieser Metalle und einem nahe vom Neutralpunkt (2399) inducirten Strömen existirt. Dennoch ist zwischen den Bedingungen des Experiments und des hypothetischen Falls der Unterschied geblieben, dafs in dem ersteren die Induction durch Ströme in der Masse auftritt, während in den letzteren, d. h. in den speciell magnetischen und diamagnetischen Effecten, die Ströme, wenn sie existiren, wahrscheinlich die Theilchen der Materie umkreisen.

2432) Das magnetische Verhalten der luftförmigen Körper ist ungemein merkwürdig. Dafs Sauerstoff oder Stickstoff in der Mitte zwischen der magnetischen und diamagnetischen Klasse steht; dafs er die Stelle einnimmt, die *kein* starrer oder flüssiger Körper einnehmen kann; dafs er sein Verhalten bei keinem möglichen Grade von Verdünnung ändert, selbst wenn der von ihnen eingenommene

Raum in ein Vacuum übergeht; dafs dasselbe mit allen übrigen Gasen oder Dämpfen der Fall ist; dafs sie nicht an einem Ende, sondern gerade in der Mitte der großen Körperreihe stehen, und dafs sie alle, von dem lockersten, dem Wasserstoff, bis zum dichtesten, der Kohlensäure, dem schwefligsauren Gas und dem Aetherdampf, sich gleich verhalten, sind so auffallende Erscheinungen, dafs sie glauben lassen, die Luft müsse in der physikalischen und terrestischen Anordnung der Magnetkräfte eine große und vielleicht thätige Rolle spielen.

2433) Einst glaubte ich, Luft und Gase, als Körper, die sich ohne Zusatz verdünnen lassen, würden dabei entsprechende Veränderungen in ihren magnetischen Eigenschaften zeigen, allein nun scheint die Verdünnung all solche Kraft verloren zu haben. Es ist zwar leicht ein flüssiges Medium darzustellen, welches mit anderen Körpern nach Art der Luft wirkt (2422), allein es verhält sich doch nicht wahrhaft wie diese; es erlaubt keine Verdünnung, denn setzt man Wasser oder irgend eine solche Substanz hinzu, so fügt man diamagnetische Kraft zu der Flüssigkeit; und wenn es möglich wäre, dasselbe in Dampf zu verwandeln und somit durch Wärme auszudehnen, so würde es in die Klasse der Gase übergehen und magnetisch nicht von dem Uebrigen zu unterscheiden seyn.

2434) Sehr merkwürdig ist auch das anscheinende Verschwinden des magnetischen Zustands und Effects beim Uebergange der Körper in den Dampf- oder Gaszustand, verglichen mit dem gleichzeitigen Verhalten zum Licht; denn bis jetzt ist noch von keinem Gase oder Dampf ein magnetischer Einfluß auf den polarisirten Lichtstrahl nachgewiesen, selbst nicht mit Hülfe von Kräften, die mehr als hinreichten eine solche Wirkung bei flüssigen und starren Körpern darzuthun.

2435) Zu entscheiden, ob die negativen Resultate bei Gasen und Dämpfen davon herrühren, dafs in einem gegebenen Volum eine kleinere Menge Materie vorhanden ist, oder ob sie directe Folgen des geänderten physischen

Zustandes der Substanz seyen, ist ein Punkt von großer Wichtigkeit für die Theorie des Magnetismus. Ich habe hiezu einen Versuch mit Hrn. Cagniard de la Tour's Aether-Röhren erdacht, fürchte aber bei seiner Ausführung große Schwierigkeiten anzutreffen, hauptsächlich wegen der Stärke, und also der Masse, welche für die Röhre nöthig ist, um der Expansion des eingeschlossenen erhitzten Aethers zu widerstehen.

2436) Vermöge ihres merkwürdigen Zustandes und ihres Verhaltens zu Körpern der magnetischen und diamagnetischen Klasse stellt die Luft sich aequatorial in den ersteren und axial in den letzteren. Wenn der Versuch diese Resultate unter der Form von Anziehung und Abstofsung darstellt, bewegt sich die Luft, wie wenn sie in einem magnetischen Medium abgestossen und in einem diamagnetischen angezogen würde. Hienach scheint es, wie wenn die Luft verglichen mit diamagnetischen Körpern magnetisch, und verglichen mit magnetischen Körpern diamagnetisch wäre.

2437) Diese Resultate habe ich als erklärt angesehen durch die Annahme, daß Wismuth und seine Gefährten absolut abgestossen werden von den Magnetpolen, und daß sie eben so abgestossen werden würden, wenn nichts anderes als der Magnet und das Wismuth an den Erscheinungen Theil nähme. So ist auch bei dem Eisen und ähnlichen Metallen die Anziehung als das directe Resultat der gegenseitigen Anziehung zwischen ihnen und dem Magnete angesehen; ferner sind diese Wirkungen als hinreichend erachtet, um das axiale und aequatoriale Stellen der Luft, so wie die scheinbare Anziehung und Abstofsung derselben zu erklären; und der Effect in diesen Fällen wurde als Folge davon angesehen, daß die Luft in die Lagen wandert, welche die magnetischen und diamagnetischen Körper zu verlassen trachten.

2438) Die Erscheinungen bei der Luft sind jedoch in allen diesen Fällen genau dieselben, welche mit Eisenlösungen von verschiedener Stärke (2365) erhalten wurden, wo alle Körper zu den magnetischen gehörten, und der

Effect offenbar von dem größeren oder geringeren Grade von Magnetkraft der Lösungen herrührte. Eine verdünnte Lösung stellte sich in einer concentrirten aequatorial, und ward gleich einem diamagnetischen Körper abgestofsen, nicht weil er nicht durch Anziehung zu einer axialen Stellung strebte, sondern weil er zu dieser Stellung mit geringerer Kraft strebte als die umgebende Materie; demnach drängt sich die Frage auf, ob die magnetischen Körper innerhalb Luft die Abstofsung und die Neigung zu der aequatorialen Stellung aus einem anderen Grunde erfahren, als dafs die Luft magnetischer als sie ist und eine axiale Stellung einzunehmen sucht. Leicht begreiflich ist, dafs wenn alle Körper in verschiedenem Grade magnetisch wären, sie eine einzige Reihe bildeten, in deren Mitte die Luft stände, die Erscheinungen gerade so seyn würden wie sie sind. Jeder Körper aus dem mittleren Theil der Reihe würde sich in Körpern über ihm aequatorial, und in Körpern unter ihm axial stellen; denn eine Substanz, die, wie Wismuth, von einem starken Punkt der Wirkung zu einem schwächeren geht, kann es nur thun, weil die andere Substanz, welche schon an dem Ort der schwachen Wirkung ist, an den Ort der stärkeren Wirkung zu kommen trachtet; gerade wie bei der elektrischen Induction die Körper, die am geeignetsten sind die Kraft fortzuführen, in die kürzeste Wirkungslinie gezogen werden. Und so wird Luft in Wasser und selbst unter Quecksilber zum Magnetpol gezogen, oder scheint es zu werden.

2439) Wenn aber dies die richtige Ansicht ist, die Luft wirklich unter den Körpern in der Mitte steht, so wäre zu erwarten, dafs sie bei Verdünnung ihre Stelle änderte, mehr diamagnetisch würde. Wenn dies der Fall wäre, müßten Körper, die bei einem Grade von Verdünnung der Luft sich in ihr aequatorial stellten, bei einem anderen Grad auch ihren Ort ändern und zuletzt sich axial stellen; allein dies thun sie nicht; die verdünnte Luft mag mit magnetischen oder diamagnetischen Körpern, oder selbst mit dichter Luft verglichen werden: sie bleibt auf ihrer Stelle.

2440) Eine solche Ansicht würde auch den bloßen Raum magnetisch machen, und zwar genau in demselben Grade wie Luft oder Gase. Nun kann es zwar ganz wohl seyn, dafs der Raum, die Luft und die Gase eine gleiche allgemeine Relation zur magnetischen Kraft besitzen; allein es scheint mir doch eine neue starke Voraussetzung, sie lieber alle als absolut magnetisch und in der Mitte der Körperreihe stehend zu betrachten, als anzunehmen, sie befinden sich im Normal- oder Nullzustand. Für jetzt bin ich daher zu der früheren Ansicht geneigt, als zu der, dafs die diamagnetischen Körper eine specifische, von der gewöhnlichen magnetischen antithetisch verschiedene Wirkung besitzen, und dafs sie uns deshalb eine neue magnetische Eigenschaft offenbart haben.

2441) Die Stärke dieser Kraft in diamagnetischen Körpern scheint sehr gering zu seyn, wenn wir sie nach ihrem dynamischen Effect beurtheilen; allein die Bewegung, welche diese Kraft erzeugen kann, ist vielleicht nicht das auffallendste Maafs derselben, vielmehr ist es wahrscheinlich, dafs wenn wir sie näher kennen lernen, auch andere Effecte, Anzeigen und Maafse, als die in diesem Aufsatz so unvollkommen beschriebenen, zu unserer Kenntnifs gelangen, und dafs selbst neue Klassen von Erscheinungen dazu dienen werden, sie und ihre Thätigkeit zu offenbaren. Wie auffallend ist nicht die schwache Kraft eines leeren Schraubendrahts im Vergleich zu der außerordentlichen, die sie einem Stück weichen Eisens verleiht. So können wir auch hier uns Hoffnung machen auf eine analoge Entfaltung dieser bis jetzt noch so neuen Kraft. Da sie Naturkörpern gegeben ist, so kann nicht einen Augenblick angenommen werden, dafs sie überflüssig, oder unzulänglich oder unnöthig sey. Ohne Zweifel hat sie ihren angewiesenen Zweck, und zwar in Bezug auf die gesammte Erdkugel; und wahrscheinlich ist wegen ihrer Beziehung zu der gesammten Erde ihre Stärke nothwendig so gering (um so zu sagen) in den Portionen der Materie, die wir handhaben und dem Versuch unterwerfen. Obschon klein, wie

viel größer ist doch nicht diese Kraft, selbst in ihren dynamischen Effecten, als z. B. die mächtige Gravitationskraft, welche das Universum zusammenhält, wenn sie sich in Massen von derselben Größe äußert!

2442) Mit der vollen Ueberzeugung, daß der Nutzen dieser Kraft in der Natur späterhin dargethan, und sie sich nicht nur als wichtig, sondern auch wesentlich erweisen werden wird, will ich einige flüchtige Bemerkungen aussprechen.

2443) Die Materie kann nicht von den magnetischen Kräften ergriffen werden, ohne nicht ihrerseits einen Einfluß auf diese Kräfte auszuüben. Die bloße Beobachtung kann uns überzeugen, daß wenn ein Magnet auf ein Stück weichen Eisens wirkt, das Eisen selbst vermöge des Zustands, in den seine Theilchen gerathen, die Kraft zu entfernten Punkten fortführt, und derselben in der auffallendsten Weise Richtung und Concentration verleiht. So mag auch hier der Zustand, welchen die Theilchen der dazwischenliegenden diamagnetischen Substanzen annehmen, gerade das seyn, was die Kraft fortführt und durch sie hinleitet. In früheren Aufsätzen (1161 etc.) ¹⁾ habe ich eine auf die Wirkung anliegender Theilchen gegründete Theorie der elektrischen Vertheilung aufgestellt, mit welcher ich gegenwärtig zufriedener bin als damals; ich wagte damals zu vermuthen, daß wahrscheinlich die Seitenwirkung der elektrischen Ströme, welche der elektrodynamischen oder *magnetischen* Action aequivalent ist, auch in ähnlicher Weise auswärts geführt werde (1663. 1710. 1729. 1735). Damals konnte ich keinen besonderen Zustand der Zwischensubstanz oder diamagnetischen Materie entdecken; allein jetzt, da wir im Stande sind eine solche Wirkung zu erkennen, eine Wirkung, die in Körpern von so *ungleicher* Beschaffenheit so *gleich* in ihrer Natur ist, und dadurch im Charakter so *gleich* der Weise, in welcher die Magnetkraft alle Arten von Körpern durchdringt, und die zugleich in ihrem Daseyn

1) *Philosoph. Transact.*, 1838, *Pt. I.* (Annalen, Bd. 46, S. 1.)

eben so universell als in ihrer Wirkung ist, jetzt, da gezeigt worden, dafs diamagnetische Körper keine indifferente sind, setze ich mehr Vertrauen in jene Vermuthung, und möchte fragen, ob es nicht die Wirkung der anliegenden oder zunächst folgenden Theilchen sey, wodurch die Magnetkraft fortgeführt wird, und ob nicht der eigenthümliche Zustand, welchen die diamagnetischen Körper unter Einfluß der magnetischen Kraft erlangen, eben das sey, durch welches die Fortpflanzung dieser Kraft geschieht?

2444) Was für eine Ansicht wir von den starren und flüssigen Substanzen fassen, ob wir sie als zwei Klassen oder eine einzige große magnetische Klasse bildend (2424. 2437) ansehen, wird, so weit ich sehen kann, die Frage nicht berühren. Sie alle sind dem Einfluß der durch sie hingehenden Magnetkraftlinien unterworfen; und der virtuelle Unterschied in der Eigenschaft und dem Charakter wird bei zwei von verschiedenen Orten der Reihe (2424) genommenen Substanzen derselbe seyn; denn es ist die differentielle Relation dieser beiden, was ihre gegenseitige Effecte bedingt.

2445) Es ist nur die Gruppe, welche Luft, Gase, Dämpfe und selbst ein Vacuum einschließt, die eine Schwierigkeit darbietet; allein hier ist solch eine wundervolle Aenderung in der physischen Constitution der Körper, und in gewisser Beziehung sind so hohe Kräfte in ihnen enthalten (*retained by them*), während andere zu verschwinden scheinen, dafs wir fast vermuthen möchten, es werde in Bezug auf eine so universelle Kraft wie die magnetische ein besonderer Zustand angenommen. Die elektrische Vertheilung, eine Wirkung in die Ferne, ändert sich genugsam unter starren und flüssigen Körpern; allein wenn sie in Luft oder Gasen zur Ausübung kommt, wo sie sich am deutlichsten zeigt, ist sie in allen von gleichem Betrage (1292), auch ändert sie sich nicht dem Grade nach in der Luft, wie dicht oder locker diese auch sey (1284). Nun kann die magnetische Wirkung als eine bloße Function der elektrischen Kraft betrachtet werden, und es sollte mich nicht wundern, wenn

es sich fände, dafs sie der letzteren in ihrer besonderen Beziehung zu Luft, Gasen etc. entspräche.

2446) In Bezug auf die Art, in welcher die elektrische Kraft, die statische wie die dynamische, von Theilchen zu Theilchen, wenn diese von einander entfernt sind, oder durch ein Vacuum geführt zu werden vermag, habe ich dem früher Gesagten (1614 etc.) nichts hinzuzufügen. Die Annahme, dafs dies möglich sey, kann für die, welche sich bemüht haben die Strahlung und Leitung der Wärme unter ein Princip der Wirkung zusammenzufassen, nichts Bedenkliches haben.

2447) Betrachten wir den magnetischen Zustand der Erde als Ganzes, ohne Rücksicht auf ihre mögliche Beziehung zur Sonne, und erwägen, welche ungeheure Massen von diamagnetischen Substanzen ihre Kruste bilden; bedenken wir ferner, dafs magnetische Curven von gewissem Kraftbetrage und universellem Daseyn durch diese Substanzen gehen, und sie beständig in dem Zustand von Spannung und deshalb von Wirkung erhalten, welchen ich genügend dargelegt zu haben hoffe, so dürfen wir nicht zweifeln, dafs dadurch für dieses System und für uns, seine Bewohner, ein grofser Zweck des Nutzens erfüllt ist, den zu ergründen wir nun das Vergnügen haben werden.

2448) Von den Substanzen, aus denen die Erdkruste besteht, gehört bei weitem der gröfste Theil zu der diamagnetischen Klasse; und obwohl eisenhaltige und andere magnetische Substanzen, als kräftiger in ihren Wirkungen, auch auffallendere Erscheinungen hervorbringen, so würde es doch übereilt seyn anzunehmen, dafs sie deshalb die Wirkung der ersteren Körper gänzlich überwältigten. Was das Weltmeer, die Seen und Flüsse, so wie die Atmosphäre betrifft, so wird deren eigenthümliche Wirkung fast durch keine der in ihnen enthaltene magnetische Substanz abgeändert werden, und, was Felsen und Gebirge anlangt, so ist deren diamagnetischer Einflufs vielleicht gröfser als man vermuthet. Ich erwähnte, dafs ich durch Adjustirung von Wasser und einem Eisensalz eine in der Luft unwirk-

same Lösung erhielt (2422), d. h. es wurde durch gehörige Verknüpfung der Kräfte eines Körpers von jeder Klasse, Wasser und Eisensalz, die magnetische Kraft des letzteren durch die diamagnetische des ersteren gänzlich aufgehoben, und die Mischung ward weder angezogen, noch abgestoßen. Um diese Wirkung hervorzubringen, war ein Zusatz von mehr als 48,6 Gran krystallisirten Eisenvitriols zu zehn Kubikzoll Wasser erforderlich (denn dieses Verhältniß giebt noch eine Lösung, die sich aequatorial stellt), eine so bedeutende Menge, daß ich sehr erstaunte, als ich die Kraft des Wassers dieselbe überwältigen sah. Es ist daher nicht ganz unwahrscheinlich, daß viele der Massen, aus denen die Erdkruste besteht, einen Ueberschuß von diamagnetischer Kraft besitzen und demgemäfs wirken.

2449) Obgleich die allgemeine Anordnung der magnetischen Curven, welche unsere Erdkugel durchdringen und umgeben, denen eines sehr kurzen Magnets ähneln, und deshalb Kraftlinien von rascher Divergenz in ihrer allgemeinen Form erzeugt, so verhindert uns doch die Größe des Systems irgend eine Abnahme der Kraft innerhalb kleiner Grenzen zu beobachten, so daß ein Versuch, das Streben der Substanzen von stärkeren zu schwächeren Wirkungsstellen überzugehen, an der Erdoberfläche sichtbar zu machen, wahrscheinlich fehlschlagen würde. Der Theorie nach und auf den ersten Blick dünkt mich, muß ein Pfund Wismuth oder Wasser, gewägt am Aequator, wo die magnetische Neigung Null ist, an Gewicht verlieren, wenn sie in Breiten versetzt wird, wo eine beträchtliche Neigung herrscht; dagegen ein Pfund Eisen, Nickel oder Kobalt unter demselben Wechsel von Umständen an Gewicht zunehmen. Sollte dies wirklich der Fall seyn, so würde der Balken einer empfindlichen Wage, an dessen beiden Enden eine Eisen- und eine Wismuthkugel hängen, verschiedene Neigungen an der Erdoberfläche annehmen; und es scheint nicht ganz unwahrscheinlich, daß nach solch einem Princip ein Instrument zur Messung einer der Bedingungen der erdmagnetischen Kraft construirt werden könnte.

2450) Wenn man über die Wirkung des ganzen Curvensystems auf sehr große Massen von Gestalt einer Platte oder eines Ringes nachdenkt, so ergibt sich aus der Analogie mit dem magnetischen Feld, daß sie sich aequatorial stellen werden. Wäre der Saturn ein Magnet, wie es die Erde ist, und sein Ring bestände aus diamagnetischen Substanzen, so würden die magnetischen Kräfte ihn diejenige Lage zu geben suchen, welche er wirklich besitzt.

2451) Es ist ein sonderbarer Anblick, ein Stück Holz oder Fleisch, einen Apfel oder eine Flasche mit Wasser vom Magneten abgestoßen oder ein zwischen den Polen aufgehängtes Baumblatt sich aequatorial stellen zu sehen. Ob in der Natur unter den Myriaden von Gestalten, die an allen Theilen der Erdoberfläche von Luft umgeben und den Magnetkraftlinien ausgesetzt sind, ähnliche Wirkungen vorkommen, ist eine Frage, die nur durch künftige Beobachtungen beantwortet werden kann.

2452) Vom Innern der Erde wissen wir nichts, aber wir haben viele Gründe zu glauben, daß es eine hohe Temperatur besitze. In dieser Vermuthung habe ich neuerlich bemerkt, daß in einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche die magnetischen Substanzen ihres Vermögens, Magnetismus zu behalten oder mittelst Induction durch Ströme in der Kruste oder sonst wie magnetisch zu werden, gänzlich beraubt seyn müssen ¹⁾. Diefs ist offenbar ein Irrthum. Zwar ist vermuthlich richtig, daß das Eisen u. s. w. von selbst keinen magnetischen Zustand behalten kann; allein es ist nun bewiesen, daß die magnetischen Metalle und alle ihre Verbindungen bis zu einem gewissen Grad bei jeder Temperatur die Fähigkeit, durch Induction magnetisch zu werden, behalten (§2344 etc). Die in der Tiefe liegenden magnetischen Massen der Erde sind, obwohl sie wahrscheinlich für sich keinen Centralmagnet bilden, doch gerade in dem Zustand, um als ein Kern von weichem Eisen gegen die sie umkreisenden Ströme oder gegen andere inducirende Actionen zu wirken, und sehr wahrscheinlich

1) *Phil. Magazine*, 1840, *Vol. XXVII*, p. 3. (Ann., Bd. 65, S. 643.)

sind sie in dieser Beziehung höchst wichtig. Was unter dem Einfluß solcher inductiver Kräfte der Effect des diamagnetischen Theils seyn möge, läßt sich nicht sagen; allein so weit meine Betrachtungen reichen, wird die Kraft solcher Substanzen nicht durch Hitze geschwächt (2397).

2453) Wenn die Sonne irgendwie mit dem Magnetismus der Erde zu schaffen hat, so wird wahrscheinlich ein Theil ihrer Wirkung durch das Licht bedingt, welches wir von ihr empfangen. In dieser Vermuthung scheint die Luft, welche unsere Erde umgiebt, eine höchst beachtenswerthe Stellung einzunehmen, indem sie eine durchsichtige diamagnetische Hülle bildet, die zugleich für die Strahlen durchgänglich ist, und sich quer gegen sie mit großer Schnelligkeit bewegt. Solche Bedingungen scheinen die Möglichkeit einer Erzeugung von Magnetismus daselbst einzuschließen. Allein ich werde besser thun, diese rohen Gedanken noch zurückzuhalten (obwohl sie sich sehr aufdrängen) und durch strenge Versuche zu prüfen, ob sie würdig seyen, der K. Gesellschaft künftig vorgelegt zu werden.

Royal Institution, 1845, Dec. 22 ¹⁾).

1) 1846, Febr. 2. — Ich füge diesen Untersuchungen folgende Nachweisungen hinzu:

Brugmans beobachtete zuerst die Abstofsung des Wismuths durch einen Magnet i. J. 1778. Antonii Brugmans *Magnetismus seu de affinitatibus magneticis observationes magneticae. Lugd. Batav.* 1778. §. 41. (Siehe diese Annalen, Bd. 10, S. 293.)

Le Baillif über die Abstofsung eines Magnets durch Wismuth und Antimon, *Bulletin universel*, 1827, Vol. VII, p. 371; Vol. VIII, pp. 87, 91, 94. (Annalen, Bd. 10, S. 507.)

Saigey, über den Magnetismus gewisser natürlicher Verbindungen von Eisen, und über die wechselseitige Abstofsung der Körper im Allgemeinen. *Ibid.* 1828, Vol. IX, pp. 89, 167, 239.

Seeböck, über die magnetische Polarität verschiedener Metalle, Legirungen und Oxyde. *Ibid.* 1828, Vol. IX, p. 175. (Aus diesen Annalen, Bd. 10, S. 203, — wobei auch an die Beobachtungen von Müncke, Annalen, Bd. 6, S. 361, zu erinnern ist. P.)