vermögen bestimmende angenommen werden. Ob nicht auch dasselbe für Chlorcalcium geschehen muß, von welchem nur die drei niedrigsten Concentrationen in Rechnung gezogen sind, läßt sich mittelst der vorliegenden Zahlen wegen der unsichern Interpolation der Temperatur t nicht entscheiden. Es dürfte indessen von Interesse seyn, einige der genannten Salze, namentlich solche, die ein Maximum besitzen, genauer und in weiteren Gränzen hinsichtlich des Temperatureinflusses auf die Zähigkeit zu untersuchen, um auf dem zuletzt angegebenen Wege die Frage ihrer Lösung näher zu führen, von welchen Eigenschaften der Elektrolyte deren Leitungsvermögen abhängt.

In diesem Sinne beabsichtige ich die vorliegende Arbeit, die als eine orientirende Voruntersuchung anzusehen ist, zu erweitern und die Reibungsconstanten namentlich auch für die bis jetzt genauer hinsichtlich des Leitungsvermögens untersuchten Säuren zu ermitteln. Für derartige Versuche dürfte indessen der Coulomb'schen Methode gegenüber das Poiseuille'sche Ausflußverfahren den Vorzug verdienen, da dieses die Temperatur der zu untersuchenden Flüssigkeiten sicherer zu beherrschen gestattet, als sich dieses durch die Zimmertemperatur erreichen läßt.

Darmstadt, August 1875.

III. *Bemerkungen zu einigen Abhandlungen aus dem Gebiete des Magnetismus;* *von G. Wiedemann.*

In den letzten Jahren ist von verschiedenen Physikern eine Reihe von Abhandlungen über den Magnetismus veröffentlicht worden, deren Inhalt mit meinen früheren Un-

tersuchungen über denselben Gegenstand in mehr oder weniger nahem Zusammenhange steht. Abgesehen davon, daß nicht alle Resultate, die als neu mitgetheilt wurden, wirklich noch unbekannt sind, scheinen mir auch die Ansichten über das Wesen des Magnetismus und die Einwände gegen meine Theorien, welche daraus abgeleitet wurden, nicht ganz zutreffend zu seyn. Ich erlaube mir deshalb einige kurze Bemerkungen über die betreffenden Punkte.

Schon im Jahre 1857 ¹⁾ hatte ich durch ausgedehntere Beobachtungen nachgewiesen, daß ein Stahl- oder Eisenstab, dem durch eine bestimmte magnetisirende Kraft (+ *A*) ein gewisser permanenter Magnetismus ertheilt worden ist, bereits bei Einwirkung einer kleineren, entgegengesetzt wirkenden (— *B*) seinen permanenten Magnetismus verliert ²⁾, indess nachher sich doch ganz anders, wie ein vollkommen frischer, noch keinen magnetisirenden Kräften unterworfenen Stab verhält, da er zwar durch eine in negativer Richtung wirkende Kraft, welche kleiner oder gleich — *B* ist, keine Magnetisirung im Sinne der Wirkung der letzteren Kraft erhält, wohl aber durch die schwächsten, im positiven Sinne wirkenden Kräfte einen (positiven) Magnetismus im ursprünglichen Sinne annimmt. Auch stellen Erschütterungen den permanenten Magnetismus eines entmagnetisirenden Magnets theilweise wieder her. Herr Jamin ³⁾ hat diese Versuche in etwas abgeänderter Gestalt

1) Vgl. Galvanismus, 2. Aufl. Band II 1, § 312, 314 u. folgende. — Ich erlaube mir der Kürze halber, im Folgenden statt der Citate der Originalabhandlungen auf dieses Werk zu verweisen.

2) Frühere vereinzelte Beobachtungen hierüber von Abria, Ritschie, Jacobi, Marianini vgl. l. c.

3) Hrn. Jamin scheinen diese Resultate nur zum geringen Theile bekannt geworden zu seyn, obgleich sie zusammen in ein und derselben Abhandlung (Pogg. Annal. Bd. C, S. 235, 1857; auch französisch *Ann. de chim. et phys.* (3) *T. L.* p. 188; *Arch. des sc. phys. et nat.* *T. XXXV*, p. 39) veröffentlicht worden sind. Er sagt: (*Compt. rend. T. LXXXV*, p. 1798, 1873) *Mr. Wiedemann remarque qu'on peut détruire le magnétisme direct par un courant inverse moindre que le courant primitif.*

wiederholt (*Compt. rend. T. LXXV, p. 1796, 1872*) und zugleich Experimente angestellt über die Magnetisirung von Magneten, die aus einzelnen magnetisirten Lamellen zusammengelegt sind. (*Compt. rend. T. LXXV, p. 1672.*) Er findet, wie schon vor vielen Jahren Coulomb (*Galv. 2. Bd. II, § 381*) und auch Lamont (*ibid. § 382*) bei Bestätigung seiner magnetischen Theorie, daß das Moment des Magnets kleiner ist, als die Summe der Momente der Lamellen, und sich bei Uebereinanderlegung vieler Lamellen endlich einem Maximum nähert, während selbstverständlich die Summe der Tragkräfte der Lamellen unverändert bleibt, wenn man sie einzeln mit Ankern versieht und darauf zusammenlegt, da dann ihre Wirkung nach außen aufhört. Ferner beobachtet er, daß die Lamellen nach dem Auseinandernehmen einen schwächeren Magnetismus, als vorher, haben und nun beim erneuten Magnetisiren im ersten Sinne den früheren, beim Magnetisiren im entgegengesetzten Sinne aber einen schwächeren Magnetismus annehmen, und sich diese Erscheinung bei oftmaliger Hin- und Hermagnetisirung wiederholt. (*Compt. rend. T. LXXV, p. 1674. 1871.*)

Gestützt auf diese Versuche, die ihn zu der sehr beachtenswerthen Herstellung sehr starker Magnete aus dünnen, an Eisenschuhen befestigten Stahllamellen führten,

— *On a cru jusqu' à présent que le barreau était alors ramené à l'état naturel en perdant son magnétisme primitif. Il n'en est rien, je vais prouver que ce magnétisme n'est pas détruit, mais seulement dissimulé par le magnétisme inverse, qu'on lui a superposé.* Es folgen sodann Versuche über das Verhalten eines entmagnetisirten Magnets gegen positiv und negativ gerichtete Ströme, die zu analogen Resultaten mit den meinigen führen. Auch Herr Gauguain (*Compt. rend. T. LXXVII, p. 704*) und Hr. Rowland (*Phil. Mag. (4) Vol. XLVIII, p. 321*) beziehen diese Resultate auf Hrn. Jamin. — Es ist überhaupt beklagenswerth, daß gerade im Gebiete des Magnetismus die neuere Literatur so wenig beachtet und dadurch eine Menge kostbarer Zeit und Arbeitskraft Seitens einiger unserer tüchtigsten Physiker auf die Wiederholung längst bekannter Untersuchungen verwendet worden ist. Die folgenden Seiten werden leider noch manche Belege hierzu liefern müssen.

stellt Hr. Jamin eine neue Theorie der Magnetisirung auf, die zum Theil mit einer alten Anschauung von Marianini (Galv. 2, Bd. II, § 336) übereinstimmt. Danach soll die magnetisirende Wirkung, z. B. eines galvanischen Stromes, nicht direct durch Eisen und Stahl hindurchgehen (auch *Compt. rend. T. LXXVIII*, p. 305, 1874), vielmehr soll sie von der Oberfläche mit abnehmender Stärke in die Tiefe eindringen, und zwar um so tiefer, je größer die magnetisirende Kraft ist. An der Oberfläche soll während ihrer Wirkung die oberste Schicht „übersättigt“ seyn. Beim Verschwinden der magnetisirenden Kraft soll diese „Uebersättigung“ aufhören und der permanente Magnetismus übrig bleiben. (*Compt. rend. T. LXXVII*, p. 1388, 1873.) So soll eine starke, also tief eindringende temporäre Magnetisirung A eine ebenso tief gehende schwächere permanente Magnetisirung $a < A$ zur Folge haben können, die dann einer weniger tief gehenden temporären Magnetisirung $B > A$ gleich seyn kann. Wirkt nach einem Strom J , der eine permanente Magnetisirung $+a$ erzeugt hat, ein schwächerer Gegenstrom $-i$, so soll dessen Wirkung wiederum weniger tief in den Magnet eindringen und in der dünneren Schicht den permanenten Magnetismus $+x$ zerstören, dafür den permanenten Magnetismus $-x$ und außerdem einen vorübergehenden Antheil an Magnetismus $-y$ erzeugen, welcher letztere beim Oeffnen des Stromes verschwindet, so daß die permanente Magnetisirung $a - 2x$ zurück bleibt. Wegen des Verhaltens der zusammengelegten und auseinander genommenen Lamellen bei Hin- und Hermagnetisirungen soll sich die Magnetisirung erst oberflächlich entwickeln, dann beim Zusammenlegen der Lamellen durch die Abstosung der Magnetismen derselben in die Tiefe eindringen und dort andauern, sich zu einer Magnetisirung im gleichen Sinne addiren und einer Magnetisirung im entgegengesetzten Sinne entgegenwirken. (*Compt. rend. T. LXXV*, p. 1674, 1872.)

In einem Magnet sollen nun die Molecularmagnete —

welche nicht Molecularströmen ihre Eigenschaft verdanken würden, da dieselben eine elektromotorische Kraft voraussetzen, die durch sie ganz in Wärme umgewandelt würde, — lauter *gleiche* Fäden oder Ketten bilden, in denen sich die gegenüber stehenden Pole der einzelnen Molecularmagnete völlig „dissimuliren“, und die deshalb in ihrer ganzen Länge inactiv sind, mit Ausnahme ihrer Enden, wo sich je ein einzelner freier Pol vorfindet. Die Fäden gehen alle durch den mittleren Querschnitt des Magnets, den sie nicht ganz erfüllen, da sie beim Eindringen der Magnetisirung an seiner Oberfläche verdichtet sind, wo die Magnetisirung stärker ist als in der Tiefe.

An den Enden stoßen sich die Fäden mit ihren freien Polen ab und divergiren gegen die verschiedenen Elemente der Oberfläche, woselbst auf jeder Flächeneinheit die Intensität des Magnetismus der Zahl der Pole, die Anziehung dem Quadrat derselben proportional ist. Die Gesamtzahl der Fäden (der totale freie Magnetismus) ist also proportional der Summe aller Intensitäten auf allen einzelnen Flächenelementen der einen Hälfte des Magnets.

Da alle Fäden durch den mittleren Schnitt hindurchgehen, so hängt der totale Magnetismus nur von der Ausdehnung jenes Schnittes, nicht aber von der Größe und Gestalt der sonstigen Oberfläche der Magnete ab. Letztere regelt dagegen die Verbreitung der Pole. Bei einer Erweiterung der Oberfläche nach den Enden des Magnets ist also die magnetische Intensität auf den einzelnen Stellen der Oberfläche klein, bei Verengung der Oberfläche (z. B. Zuspitzung des Magnets) ist sie groß. Dabei kann indeß die Vertheilung der Intensitäten auf einer gegebenen Oberfläche auch geändert werden, z. B. durch Reiben mit einem Eisenstab (*Compt. rend. T. LXXVIII, p. 1241. 1874*). Wenn sich indeß die Oberfläche noch mehr verkleinert, als bei einem „Normalmagnet“, wo die Enden der Magnetfäden sich berühren, also nur den ihnen nöthigen Platz haben, und die Zahl der Elementarpole, die die Oberfläche aufnehmen kann, gleich der Zahl der Fäden im centralen

Querschnitte ist (*l'aimant est parfait, il est plein, Compt. rend. T. LXXX, pag. 357, 1875*) und das Maximum der Spannung erreicht ist, also z. B. wenn die Magnete zu kurz sind, so nimmt die Intensität auf der Oberflächeneinheit nicht bis ins Unendliche zu,* der totale Magnetismus, wie er durch den mittleren Querschnitt geliefert wird, kann sich nicht mehr ausbreiten, er nimmt ab. So nähert sich z. B. wenn man mehr und mehr gesättigte Stahllamellen zusammenlegt, die Magnetisirung einem Maximum, da die freie Oberfläche nicht proportional dem Querschnitte wächst. Wird aber dann an die freien Stellen des Stahlmagnets eine Eisenmasse gelegt, so kann sich der Magnetismus entwickeln und wächst zur normalen Höhe (l. c. S. 1497). Deshalb kann man auch bei Bewaffnung mit Eisenarmaturen von großer Oberfläche mehr Stahllamellen zusammenlegen, ehe der Magnetismus ein Maximum erreicht; auch ist in diesem Falle der Magnetismus des mit angelegter Armatur magnetisirten Stahlmagnets größer, als ohne Armatur („magnetische Condensation durch den Anker“). Wird die Armatur aber abgenommen, so soll der Magnet so viel an Magnetismus verlieren, daß er nur den seiner kleineren Oberfläche entsprechenden Magnetismus behält; daher die Verminderung der Tragkraft nach dem ersten Abreißen¹⁾. Bei den normalen Magneten soll

1) Das Verhältniß der verschiedenen Theile eines Magnets an temporärem, remanentem und permanentem Magnetismus ist durch Beobachtung der beim Schließen und Öffnen des magnetisirenden Stroms und Abreißen des Ankers in einer um den Magnet gelegten Spirale erzeugten Inductionsströme schon im Jahre 1852 durch Poggen-dorff (Galv. 2, Bd. II § 449); die Zunahme des Magnetismus und die Aenderung der Vertheilung desselben in einem Magnet bei Annäherung eines Eisenankers nach den Versuchen von Erman (1833) und Magnus (1836) durch van Rees (1848) (Galvanismus 2, Band II, § 410 — 413*) ausführlich studirt worden. Dennoch hat Herr du Moncel (*Comptes rendus Tome LXXVII, pag 113, 1873; LXXX, p. 19*) gegen die HH. Gauguin (*Compt. rend. T. LXXVI, p. 1582*) und Lallemand (*Compt. rend. T. LXXIX, p. 893*) Prioritätsreclamationen erheben zu müssen geglaubt, da er die betreffenden Versuche schon in den Jahren 1857 und 1858 publicirt habe.

sich dagegen durch Anlegen von Eisenankern an die Enden zwar die Vertheilung des freien Magnetismus auf jedem einzelnen Pol ändern, indem sich die Elementartäden in die Armaturen fortsetzen, indeß die Gesamtsumme des freien Magnetismus auf dem Stahlmagnet und dem Anker zusammen soll die gleiche seyn, wie vor Anlegen desselben. Herr Jamin betrachtet dies als ein „*fait capital*“ für seine weiteren Untersuchungen. (*Compt. rend. T. LXXX, p. 212, 357, 1875.*) Hier soll dann bei wiederholtem Abreißen des Ankers die Tragkraft sich nicht ändern, (z. B. bei Magneten aus wenig zahlreichen Lamellen, bei denen die Oberfläche im Verhältniß zum Querschnitt groß ist). Diese Sätze sind aus Versuchen abgeleitet, bei denen von den einzelnen Stellen verschieden langer, auch rautenförmiger Stahlmagnete und ihrer Anker ein kleiner Eisencontact abgerissen und der freie Magnetismus daselbst der Quadratwurzel der zum Abreißen erforderlichen Gewichte proportional gesetzt wurde. Die Abweichungen der Beobachtungsergebnisse von den erwähnten Sätzen schiebt Hr. Jamin auf dieselbe Ursache, deretwegen ich schon früher (*Galv. 2 Bd. II, § 439*) die so erhaltenen Resultate als ungenau bezeichnet habe, auf die Rückwirkung des Eisencontacts auf die Vertheilung des Magnetismus im Magnet und namentlich im weichen Eisenanker. Man kann ihm daher nur beistimmen, wenn er sagt: „*cette discussion montrera, combien ces questions sont délicates et combien de fautes ont été commises*“ (*Compt. rend. T. LXXX, p. 218*).

Um die Tiefe des Eindringens der Fäden zu messen, bestimmt Hr. Jamin in gleicher Weise den totalen freien Magnetismus verschiedener z. B. 1 M. langer, 50 Mm. breiter Stahlstäbe von verschiedenen Dicken, $n=1$ bis 4 Mm. Da die Magnetismen mit der Dicke, aber langsamer als diese, steigen, so soll der Magnetismus in dicke Stahlstäbe tiefer als 3 Mm. in die Tiefe eindringen, und den Versuchsergebnissen zu Folge daselbst nach dem Gesetze einer geometrischen Reihe abnehmen, so daß der totale

Magnetismus der Formel $m = M(1 - a^{-n})$ entspricht. (*Compt. rend. T. LXXVIII, p. 1245.*)

Diese „*conclusion très importante*“ ist übrigens nicht neu; sie ist schon von Lamont für das Moment verschieden dicker Stahlstäbe aufgestellt, welches bei der nahe gleichen Vertheilung der freien Magnetismen ihrem totalen Magnetismus proportional seyn muß. (*Galvanismus 2, Bd. II, § 383.*)

Vor der Aufstellung einer neuen Hypothese über den Magnetismus dürfte der Nachweis erforderlich seyn, daß die älteren Hypothesen ungenügend sind, in ungezwungener Weise ohne Hinzunahme vieler Hilfsannahmen die beobachteten Phänomene zu erklären, und daß die Erklärungen durch die neueren Annahmen naturgemäßer und einfacher werden. Es scheint mir aber keineswegs, daß dies bei den Hypothesen des Hrn. Jamin der Fall ist. Die Theorie von Poisson und seinen Nachfolgern, welche eine Fernwirkung des Magnetismus statuirt, giebt vollkommene Rechenschaft von der Magnetisirung der Körper durch äußere Kräfte, soweit man annehmen kann, daß die Momente der einzelnen Molecüle der wirkenden Kraft proportional sind. Sie ist, so weit es möglich war, durch die Messung der Momente verschieden gestalteter Ellipsoide zur Genüge geprüft. (*Galvanismus 2, Band II, § 348, 349, 350.*)

Für die Abweichungen von der Theorie können wir vollkommen die Ursachen angeben, wenn wir annehmen, daß die Momente der Molecüle in der Richtung der wirkenden Kraft sich mit Zunahme der letzteren einem Maximum nähern. Nach den mannigfachen Beziehungen zwischen dem mechanischen und magnetischen Verhalten der Körper haben wir allen Grund, diese Erscheinung auf die Drehung präformirter Molecularmagnete zurückzuführen, die dabei von den Molecularkräften in ihre unmagnetische Gleichgewichtslage zurückgelenkt werden, indeß sowohl während, als auch nach der Wirkung der magnetisirenden Kraft allen Bedingungen unterliegen, die die elastische

Nachwirkung mit sich bringt. Ob die Molecularmagnete selbst ihre Eigenschaften permanenten Molecularströmen verdanken, ist für obige Theorie vorläufig gleichgültig, insofern nach allen Analogieen sehr möglich. Der Einwand des Hrn. Jamin (*Compt. rend. T. LXXVIII, p. 1241*), daß die Molecularströme eine elektromotorische Kraft voraussetzen, die sich in denselben vollkommen in Wärme umsetzte, dürften nicht wohl haltbar seyn, wenn wir mit den Schwingungen der Körpermoleculi analoge elektrische Schwingungen annehmen, die in den Molecularströmen im Kreise herum ohne Widerstand verlaufen. Abgesehen hiervon wird durch die obigen Sätze, die wohl über das Bereich der Hypothese hinausgehen dürften, der permanente Magnetismus im Gegensatz zum temporären vollständig erklärt (vgl. Galv. 2, Bd. II, § 328). Es ist also nicht richtig, daß erst durch die Hypothese des Hrn. Jamin (*Compt. rend. T. LXXVII, p. 1394*) der „zu wenig bemerkte und absolut unverstandene“ Unterschied zwischen einer totalen Magnetisirung, welche nur durch den Strom erhalten wird, und einer ebenso großen permanenten Magnetisirung, die constant ist, erklärt wird. Ebenso ist die Definition des Wesens der Coercitivkraft völlig klar (Galv. 2, Bd. II, S. 70) und durchaus nicht, wie Hr. Jamin (*Compt. rend. T. LXXVIII, p. 19, 1874*) sagt, vag und ohne irgend eine bestimmte experimentelle Unterlage.“ In verschiedenen Abhandlungen, sowie in meinem Werk über Galvanismus habe ich mich bemüht, ein möglichst klares Bild dieser Verhältnisse zu geben und sie so weit zu begründen, wie es ohne eine genauere Kenntniß der mathematischen Gesetze der elastischen Nachwirkung möglich ist.

Ganz im Einklange mit dieser Theorie ist es, wenn man, wie zuerst Biot und dann genauer Lamont (Galv. 2, Bd. II, § 357 u. flgde.), zunächst unter Vernachlässigung der Wirkung der auf einem Magnet vertheilten freien Magnetismen auf einen Punkt im Innern, die Verbreitung der Momente von einem oder mehreren, den magnetisirenden Kräften unterworfenen Moleculen aus auf die benach-

barten verfolgt, und somit die Momente der einzelnen Molecüle der Körper, so wie ihrer ganzen Masse bestimmt, sey es, daß die Molecüle hintereinander in einer Reihe angeordnet sind, oder mehrere Parallelreihen derselben nebeneinander liegen. Dadurch ergibt sich die Vertheilung der Momente und auch der freien Magnetismen in Stäben, die an einer oder mehreren Stellen magnetisirenden Kräften ausgesetzt sind, ebenso in Magneten, die aus einzelnen Lamellen zusammengesetzt sind¹⁾.

Aus der Wechselwirkung der Molecularmagnete läßt sich ferner unmittelbar auch die Einwirkung eines weichen Eisenankers auf einen Magnet bestimmen. Je nach der Leichtigkeit der Drehung der Molecularmagnete wenden dieselben in beiden einander mehr oder weniger ihre ungleichnamigen Pole zu, und je nach der Härte und Länge des Magnets kann die Wirkung von Molecül zu Molecül mehr oder weniger merkbar bis zum anderen Pol fortschreiten.

- 1) Die von Hrn. Jamin (*Compt. rend. T. LXXVIII, p. 19, 1874*) untersuchten Verhältnisse der Vertheilung des Magnetismus in einem dem einen Pol eines Elektromagnetes genäherten Eisenstabe sind im Allgemeinen schon von Poggendorff, van Rees u. A., specieller an einem langen Stabe von Wehrich (1865) beobachtet worden, welcher letztere zunächst für das Moment m in verschiedenen Abständen vom Nullpunkt die Formel $m = A \cdot \mu^{-x}$ abgeleitet hat (*Galv. 2, Bd. II § 411 u. folgende*), woraus direct dieselbe Formel mit Abänderung der Constanten für den freien Magnetismus folgt, gerade wie sie Jamin gegeben hat. Ebenso hat schon lange vor Jamin (*Compt. rend. T. LXXV, p. 1673*) Lamont (*Galv. 2, Bd. II, § 358*) im Jahre 1854 gezeigt, daß in einem an einer oder mehreren Stellen magnetisirten Stabe die Magnetismen sich so anordnen, wie wenn die Vertheilung von jenen Stellen bis zu den Enden des Stabes fortschritte und sich dann wieder rückwärts durch den Stab fortsetzte. Er hat auch die entsprechende Rechnung für verschiedene Fälle durchgeführt, deren Princip sich auch die aus den Beobachtungen von Jamin abgeleiteten, „durch ihre Einfachheit sehr bemerkenswerthen“ Gesetze (*Compt. rend. T. LXXVIII, p. 95*) über die Vertheilung des Magnetismus in Stäben, die an beiden Enden durch gleiche oder entgegengerichtete Ströme magnetisirt werden, ganz ohne Weiteres unterordnen lassen.

Durch die elastischen Verhältnisse bei der Drehung der Molecularmagnete wird endlich das Verhalten bei abwechselnden Magnetisirungen vollständig erklärt, wie ich am angeführten Orte ausführlich besprochen habe. Dafs endlich aus den vielfach vorgenommenen Bestimmungen der Vertheilung der magnetischen Momente auch die der freien Magnetismen sich unmittelbar berechnen läfst, ist bekannt; der Vorwurf also, den Hr. Jamin zunächst Coulomb macht, dafs er nur die Momente bestimmt habe, weder für dessen, noch für spätere Forschungen vollkommen begründet. Ueberhaupt dürften wohl alle Resultate des Hrn. Jamin, von denen viele mit bekannten That- sachen sehr nahe übereinstimmen, aus der oben erwähnten Theorie direct abgeleitet werden können.

Die Theorie des Hrn. Jamin läugnet zunächst die Wirkung der magnetisirenden Kräfte durch das Eisen hindurch. Es ist dies derselbe Einwand, der früher für die Fernwirkung der Elektrizität aufgestellt wurde, indeß hier wie dort keinen genügenden Anhalt hat. Nur dadurch, dafs eine Magnetnadel in einer umgebenden Eisenhülle eine ihr entgegengesetzte Polarität hervorruft, compensirt letztere die Fernwirkung der Nadel; sonst sprechen alle Analogien mit der Fernwirkung der Gravitation, sowie auch die Uebereinstimmung der von Poisson abgeleiteten Rechnungsergebnisse mit der Erfahrung für die Unabhängigkeit der magnetischen Fernwirkung von zwischengestellten Eisenmassen. Die Abnahme der Magnetisirung mit der Tiefe ist also eine einfache Folge der gegenseitigen Wechselwirkung der durch die magnetisirende Kraft in gleicher Richtung magnetisirten Schichten aufeinander, die sich dadurch gegenseitig schwächen. Dieser schwächenden Wechselwirkung, welche bei Annäherung zweier Magnete mit ihren gleichnamigen Polen beobachtet werden kann und specieller von Hrn. Lamont betrachtet worden ist, ist von Hrn. Jamin nicht vollständig Rechnung getragen. Aus derselben leitet sich, wie wir unten ausführlicher besprechen wollen, das Verhalten der Lamellen eines Ma-

gnets nach ihrer Trennung gegen abwechselnd gerichtete Ströme direct ab.

Auch die Bildung von Ketten von magnetischen Moleculen erscheint nicht in dem Sinne gerechtfertigt, daß sie nur an ihren Enden freie Pole besitzen sollen. Wenn ein Körper an verschiedenen Stellen seiner, mit der Richtung der magnetisirenden Kraft zusammenfallenden Längsrichtung verschiedene Querdimensionen besitzt, so ist gar nicht abzusehen, weshalb nicht alle Moleculé von der magnetisirenden Kraft afficirt werden sollen, sondern eben nur an den Enden divergirende Ketten gebildet werden sollen, zwischen denen die überschüssigen Moleculé indifferent liegen. Ebenso ist es nicht deutlich, wie sich die Zahl dieser Ketten mit der Verkleinerung der Oberfläche vermindern soll, da doch die Ketten event. schon im Innern des Körpers enden könnten, und wie sie bei dem an den Enden erweiterten Körper nur von der Größe des mittleren Querschnitts abhängen soll. Besteht z. B. der Körper aus zwei einander tangirenden Kugeln, die durch eine, in der Richtung der Verbindungslinie ihrer Centra wirkende Kraft magnetisirt sind, so ist die Magnetisirung durchaus nicht auf eine Anzahl durch den Tangirungspunkt gehender Ketten beschränkt, sondern die Kugeln zeigen auch an den einander zugewendeten Seiten freien Magnetismus, der dem der einander abgewendeten Seiten entgegengesetzt ist. Wie es endlich möglich ist, aus Hrn. Jamin's Theorie den Magnetismus der Ellipsoïde der Erfahrung entsprechend zu berechnen, und wie daraus die Beziehungen zwischen dem mechanischen und magnetischen Verhalten der Körper abzuleiten sind, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls bedürfte es des Nachweises, daß die Theorie des Hrn. Jamin diesen Anforderungen genügt, ehe die ältere Annahme der drehbaren Molecularmagnete verlassen werden kann.

Freilich sagt Hr. Bouty in seiner fleißigen Dissertation (*Thèses de docteur* No. 360. Paris, Mallet-Bachelier), ich

hätte bei der Durchführung dieser Theorie die Phänomene der Magnetisirung in ihrem Zusammenhang zwar erklärt, indess doch nur durch eine Vergleichung mit denen der Elasticität. Ich glaube aber doch die Theorie nicht nur auf Analogien, die ich selbstverständlich (wie bei der Theorie des Lichtes die Erscheinungen der Akustik) mit herbeigezogen habe, sondern auf ganz bestimmten That-sachen, nämlich auf der Wechselwirkung zwischen den mechanischen und magnetischen Kräften aufgebaut zu haben. Dafs man die magnetischen Molecularmagnete in ihren Drehungen unmittelbar verfolgen kann, ist ebenso wenig zu erwarten, wie dafs man die Bewegungen des Lichtäthers selbst erkennen kann, wohl aber können wir dieselben aus jenen Beziehungen folgern. Wenn nun Hr. Bouty meiner Theorie vorwirft, dafs sie zwar nicht absolut falsch, aber unvollkommen sey, da sich eine Anzahl Phänomene daraus nicht ableiten lasse, z. B. die Ue-ber-einanderlagerung eines bestimmten temporären über einen permanenten Magnetismus und namentlich auch das Ver-halten eines nur einer *einmaligen* temporären Magnetisirung ausgesetzten Bündels von Stahllamellen, so scheint sich diese Schwierigkeit doch sehr einfach zu lösen.

Wird ein System von Stahllamellen in einer Spirale einer auf alle gleich wirkenden magnetisirenden Kraft aus-gesetzt, so würden sie alle durch diese Kraft die gleichen temporären Momente, z. B. $+a$ erhalten. Da indess die Lamellen auf einander entmagnetisirend einwirken, so vermindert sich dieser temporäre Magnetismus, namentlich bei den mittleren, beiderseits von gleich magnetisirten La-mellen umgebenen, auf einen kleineren Werth, der z. B. für die mittleren Lamelle $+b$ sey. Wird die magnetisirende Kraft aufgehoben, so würden sich z. B. in der letzteren Lamelle die Molecularmagnete so weit zur unmagnetischen Gleichgewichtslage zurückdrehen, dafs sie für sich nur noch den permanenten Magnetismus $+c$ behielte. Da aber auch die anderen Lamellen einen eben solchen, nur gröfseren permanenten Magnetismus behalten, so werden

durch ihre entmagnetisirende Wirkung die Molecularmagnete über die dem permanenten Magnetismus $+c$ entsprechende Lage hinaus rückwärts gedreht, die Lamelle erhält unter Einfluß der entmagnetisirenden Kraft der äußeren Lamellen einen noch kleineren temporären Magnetismus d , der event. auch negativ seyn kann. Die Lamelle ist also factisch nacheinander *zweien* temporären Magnetisirungen ausgesetzt, einmal durch die äußere Kraft, sodann durch die entmagnetisirende Wechselwirkung auf einander. Werden dann die Lamellen auseinander genommen, so hört die temporär magnetisirende Wechselwirkung auf, die Molecularmagnete der mittleren Lamelle sind nicht mehr in der dem temporären Magnetismus d entsprechenden Lage festgehalten, sondern springen durch die Molecularkräfte mehr oder weniger in die Lage zurück, die sie vorher hatten; d. h. die Lamelle nimmt einen Theil des durch die Wechselwirkung verlorenen Magnetismus wieder an; ihr permanentes Moment e ist nunmehr größer als d und kleiner als c . Aehnlich wie die mittlere, verhalten sich auch die übrigen Lamellen.

Ganz dieselben Phänomene zeigen sich, wenn man, wie bei den Versuchen des Hrn. Jamin, den Stahllamellen zuerst einzeln durch einen Strom J den temporären Magnetismus $+C$ ertheilt, der beim Oeffnen des Stromes den permanenten Magnetismus $+c$ hinterläßt, die Lamellen sodann zusammenlegt und wieder trennt. Haben sie bei der hierdurch erfolgenden theilweisen Entmagnetisirung, wie oben, das permanente Moment $e < c$ bewahrt, und läßt man den Strom $+J$ noch einmal auf sie wirken, so werden die Molecüle wieder ihren ersten Gleichgewichtslagen zugekehrt, sie erreichen dieselben indeß nicht ganz vollständig; die temporäre Magnetisirung $+C_1$ ist etwas kleiner als $+C$. Ebenso bleibt nach dem Oeffnen des Stromes ein etwas kleiner permanenter Magnetismus $c_1 < c$ zurück. Ein jetzt einwirkender Strom $-J$ kehrt die Lage der Molecularmagnete um, indeß in Folge der elastischen Nachwirkung, durch welche die mechanischen

Nulllagen der Moleküle nach der Seite der zuerst wirkenden Kraft verschoben sind, wiederum nicht vollständig, wie es in einem vollkommen elastischen, den abwechselnden Kräften $\pm J$ ausgesetzten Körper geschehen würde; die temporäre Magnetisirung $-C_{II}$ ist kleiner als $+C_I$ und hinterläßt eine permanente Magnetisirung $-c_{II} < c_I$.

Dasselbe Verhältniß tritt, nur in einem schwächeren Grade, bei wiederholten Hin- und Hermagnetisirungen ein, ganz wie ich es schon früher ausgeführt habe, und wie es vollständig dem Verhalten eines nicht allzuharten Stabes entspricht, der durch abwechselnde Kräfte $\pm J$ hin- und hertordirt oder gebogen wird. (Vgl. Galv. 2, Bd. II, Seite 351, 357, 374.)

Auch einige neuere Versuche, bei denen ein harter Stahlstab von 238 Mm. Länge und 12 Mm. Dicke in einer Drahtspirale von 243 Mm. Länge, 28 Mm. innerem und 70 Mm. äußerem Durchmesser und von 335 Windungen von übersponnenem Kupferdraht abwechselnd der Einwirkung der magnetisirenden Ströme $\pm J$ ausgesetzt wurde, wobei er die temporären und permanenten Momente M und m erhielt, bestätigen dieses Verhalten. Die Beobachtungen wurden ganz in der früheren Weise ausgeführt. Die Stahlstäbe wurden unter sorgfältiger Vermeidung von Erschütterungen in die Spirale eingeschoben und aus derselben entfernt; ebenso wurde die sehr störende Einwirkung von Inductionsströmen möglichst beseitigt, indem die Stäbe jedesmal vor dem Oeffnen des Stromes aus der Spirale herausgezogen und nach dem Schließen desselben in dieselbe hineingeschoben wurden. Es waren dadurch wenigstens die Bedingungen der Magnetisirung möglichst gleichmäßig hergestellt.

Stab No. I.

$J + 86$	—	86	+	86	—	86	+	86	—	86	+	86	—	86
$M + 360$	—	351	+	345	—	340	—	342,5	+	338	—	340,8	+	337
$m + 108,5$	—	92,3	+	96	—	89,5	+	93	—	88	+	92,7	—	87,9
														87,8
														91,3
														87,8
														90,7
														87,7

Stab No. II.

$J + 86$	—	86	+	85,5	—	85,5	+	85	—	85	+	85	—	85
$M + 364,9$	—	358	+	348,2	—	351	+	344,2	—	348,5	+	342,5	—	347
$m + 114$	—	99,2	+	102,5	—	96,7	+	99,4	—	95,3	+	98,9	—	94,5

Stab No. III.

$J + 141$	—	83,8	+	83	—	83	—	83	+	83	—	83	+	83
M	—	214,1	+	261,8	—	210,5	+	255,4	—	210	+	252,7	—	209
$m + 145$	—	49,5	+	98,5	—	48,7	+	93	—	48,7	+	90,7	—	48,4
														89,2

Nach 10-maliger Hin- und Hermagnetisierung betrug:

J		M		m		J		M		m
— 82		— 210,6		— 49,7		— 82		— 246,7		— 85,5

Wurde der Stab darauf 8 Mal in negativer Richtung durch den Strom -82 magnetisirt, aus der Spirale entfernt und wieder magnetisirt, so war

$$\begin{array}{ccc} J & M & m \\ -82 & -212 & -56,3 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} J & M & m \\ +82 & +246,3 & +84,7 \end{array}$$

und wurde er nunmehr 8 Mal nach der positiven Richtung durch den Strom $+82$ in gleicher Weise magnetisirt, so ergab sich darauf

$$\begin{array}{ccc} J & M & m \\ +82 & +246,7 & +91,5 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} J & M & m \\ -82 & -245,7 & -51,7 \end{array}$$

Wurde ein vierter Stab erst 20 Mal abwechselnd auf die Temperaturen $+15^{\circ}$ und 100° C. gebracht, um den vorübergehenden Einfluß der Temperaturänderungen auf seine Molecularconstitution zu beseitigen, und sodann 14 Mal durch den Strom ± 84 hin- und hermagnetisirt, so ergab sich zuletzt

$$\begin{array}{ccc} J & M & m \\ +84 & +334,2 & +95 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} J & M & m \\ -84 & -339 & -92,8. \end{array}$$

Wurde der Stab darauf 10 Mal auf 100° und 15° C. gebracht, so blieb ihm der permanente Magnetismus $-49,5$. Bei neuer Magnetisirung durch die Ströme ± 84 war zuletzt sein Magnetismus:

$$\begin{array}{ccc} J & M & m \\ +84 & +335 & +25,5 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} J & M & m \\ -84 & -338 & -92,3. \end{array}$$

Aehnlich verhalten sich andere Stäbe.

Bei allen diesen Versuchen können wir uns vorstellen, daß einmal durch die Magnetisirungen die Molecularmagnete nach der einen oder anderen Richtung gedreht werden, und daß zweitens nach Aufhebung der magnetisirenden Kraft die Molecularmagnete einer durch die Molecularkräfte bedingten Nulllage zustreben, welche sie aber in Folge der elastischen Nachwirkung (der Reibung) nicht ganz erreichen, der sie sich aber mehr und mehr nähern, wenn die Magnete erschüttert oder wiederholten Temperaturwechseln ausgesetzt werden. Bei wiederholten Magneti-

sirungen nach derselben Richtung verschiebt sich diese Nulllage allmählig nach dieser Richtung und der Stab nimmt einen etwas stärkeren temporären, namentlich aber einen stärkeren permanenten Magnetismus an, der sich bei Wiederholung des Verfahrens einem Maximum nähert (vgl. auch die Versuche von Hermann und Scholz, Galv. 2, Bd. II, S. 324). Wird der Magnet in abwechselnden Richtungen magnetisirt, so verschiebt sich die Nulllage jedesmal in der Richtung der wirkenden magnetisirenden Kraft und zwar, da die Molecüle durch wiederholte Drehungen beweglicher werden, bei wiederholter Einwirkung der Kräfte mehr und mehr. Die entgegengesetzte magnetische Wirkung vermag dann die Molecüle nicht so weit nach der entgegengesetzten Seite zu drehen, wie vorher; sie behalten, indem sie einer Nulllage zustreben, die wiederum nicht so weit nach jener Seite abgelenkt ist, nach Aufhebung der magnetisirenden Kraft ein geringeres Moment, als vorher. Bei wiederholten entgegengesetzten Magnetisirungen werden die abwechselnden Verschiebungen der Nulllage nach der einen und anderen Seite und die nach beiden Seiten zu erzielenden Magnetismen mehr und mehr constant. Sind die abwechselnd gerichteten magnetisirenden Kräfte gleich, so ist daher die temporäre und die permanente Magnetisirung nach beiden Seiten nahezu die gleiche.

Hat ein Stab durch oftmalige Hin- und Hermagnetisirung seinen constanten Zustand erlangt, so verändert sich derselbe nach wiederholten Temperaturänderungen innerhalb gewisser Gränzen, wenn dadurch die Härte resp. der Magnetismus der einzelnen Molecüle, wie bei hohen Temperaturen, nicht verändert wird, bei neuer Magnetisirung nicht mehr; die Nulllage der Molecüle, wie sie durch die vorherigen Magnetisirungen bedingt ist, und der sich dieselben im permanent magnetisirten Stabe bei wiederholten Temperaturwechseln zuneigen, bleibt un geändert, und die abwechselnden Drehungen resp. Magne-

tisirungen bei abwechselnd gerichteten Kräften bleiben nach beiden Seiten die früheren.

Auch diese Resultate sind in Uebereinstimmung mit denen, welche man bei wiederholten Gestaltsveränderungen eines Körpers in einer bestimmten Richtung oder abwechselnd in entgegengesetzten Richtungen erhält. Dies ergeben sowohl die älteren Versuche, als auch einige neuere Experimente über die Torsion von Drähten, welche den oben erwähnten Versuchen über die Magnetisirung von Stahlstäben ganz analog angestellt wurden.

Von einer Uebereinanderlagerung der temporären und permanenten Magnetismen kann bei allen diesen Erscheinungen ebenso wenig die Rede seyn, wie von einer Uebereinanderlagerung temporärer und permanenter Biegungen und Torsionen. Vielmehr begeben sich die Molecularmagnete oder Molecüle je nach der Einwirkung der äußeren magnetisirenden oder deformirenden und der inneren Molecularkräfte nach einander in verschiedene Gleichgewichtslagen, die den jeweiligen Magnetismus oder die jeweilige Torsion oder Biegung des den Kräften unterworfenen Körpers bestimmen.

Es scheint daher auch durchaus nicht nöthig, wenn auch Hr. Holz (diese Ann. Bd. CLI, S. 69) in einem unhomogenen magnetisirten Stahlstab beim Abätzen besonders stark permanent magnetische Kohleneisentheile gefunden hat, ohne Weiteres anzunehmen, daß der temporäre Magnetismus in bestimmten, der permanente in anderen (harten) Molecülen getrennt seinen Sitz habe (vgl. Bouty l. c. S. 44). Der Magneteisenstein hat vollkommen gleichartige Molecüle; dennoch bleibt er nach einer temporären Magnetisirung stark permanent magnetisch, und man kann nicht annehmen, daß in der Verbindung Eisenoxydoxydul, deren chemische Bestandtheile (Eisenoxyd und Eisenoxydul) für sich sehr schwach magnetisch sind, der eine etwa permanent, der andere temporär magnetisch werde. Ebenso nimmt reines, durch Wasserstoff aus Eisenoxyd reducirtes, also homogenes Eisen einen, wenn auch schwachen,

so doch deutlichen permanenten Magnetismus nach einer temporären Magnetisirung an (vgl. Börnstein, Berichte der Königl. Sächs. Gesellschaft d. Wissensch. 1874, 29. Juni). Die Phänomene der permanenten Magnetisirung leiten sich vollständig von der Wirkung der elastischen Nachwirkung nach Aufhebung der magnetisirenden Kraft ab. Dafs die speciellen Erklärungen der magnetischen Erscheinungen unter Zuhülfenahme dieser Wirkung nicht in allen Fällen ganz einfach sind, ist bei der Verwickeltheit derselben, namentlich bei abwechselnden Magnetisirungen und abwechselnd gerichteten Torsionen der Magnete u. s. f. sehr natürlich, sie beruhen aber alle auf einer äufserst einfachen mechanischen Grundlage, die ohne zwingende Gründe nicht durch neue allgemeine Annahmen complicirt werden sollte. — Ist der zu magnetisirende Körper nicht homogen, so ist selbstverständlich in diesem speciellen Falle die verschiedene Magnetisirbarkeit seiner Theilchen, also ihr eigenthümliches Moment und ihre Drehbarkeit in Betracht zu ziehen.

Die so eben erwähnten Einwände lassen sich auch gegen die magnetischen Theorien des Hrn. Gauguin erheben, der zuerst ein verschiedenes tiefes Eindringen der Magnetisirung, dann verschiedene Sorten mehr oder weniger coercitiver Molecularmagnete annimmt, von denen die coercitiveren (nach früheren Annahmen, *Compt. rend. T. LXXII, p. 798*, tiefer liegenden) nach der Magnetisirung eines geschlossenen Hufeisenmagnets durch den starken Strom $+J$ bei der Wirkung eines schwächeren Gegenstromes $-i < J$ ihre Lage, also das remanente¹⁾ Mo-

1) Ich erlaube mir darauf aufmerksam zu machen, wie wünschenswerth es ist, die einmal angenommenen Bezeichnungen *temporäres* (während der Wirkung des Stromes), *remanentes* (nach dem Oeffnen desselben bei Auflegen des Ankers) und *permanentes* (nach dem Oeffnen des Stromes im geöffneten Magnet zurückbleibendes) Moment festzuhalten. Die Veränderung dieser Bezeichnungen, wenn man, wie es öfter geschieht, die Wörter remanent und permanent mit einander vertauscht, oder wenn Jamin den temporären Magnetismus „totalen“,

ment y bewahren, während die weniger coercitiven sich umkehren und das Moment $-x$ annehmen. Der Magnet soll also ein der Differenz der coexistirenden Magnetismen gleiches remanentes Moment $m' = y - x$ erhalten, während dasselbe bei nachheriger Wirkung des Stromes $+i$ resp. $m' = y + x$ werden soll (*Comptes rendus T. LXXIX, p. 1299*). Die theoretischen Ideen führen Hr. Gaugain ferner zu dem — wohl nicht gerade neuen — Schluß, daß in einem Magnetstab die Magnetismen jeder Schicht nicht nur durch ihre Coercitivkraft, sondern auch durch die Wirkung der benachbarten Schichten erhalten werden (l. c. S. 607)¹⁾.

Nach dem Obigen ist aber weder die Annahme verschieden stark magnetisirbarer Molecüle allgemein gerechtfertigt, noch ist die Drehung der Molecularmagnete bei abwechselnder Richtung der magnetisirenden Ströme von vorn-

die Differenz zwischen totalem und permanentem Magnetismus „temporären“ Magnetismus nennt (*Compt. rend. T. LXXVII, p. 1389, 1873*), kann leicht Verwirrung verursachen.

- 1) Hr. Gaugain mißt die Momente der Magnete durch die Inductionsströme in einer umgebenden Spirale unter verschiedenen Bedingungen. Namentlich bestimmt er auch durch Messung des Inductionstromes an den einzelnen Stellen des Magnetes die sogenannte „*Courbe de desaimantation*“. Er hat dabei gefunden, daß die Derivate der durch dieselbe dargestellten Function (ihre Tangente) dem durch die Schwingungen einer Magnetnadel an den einzelnen Stellen beobachteten freien Magnetismus entspricht (*Compt. rend. T. LXXXV, p. 828* und an anderen Orten wiederholt). Daß durch erstere, namentlich von van Rees im Jahre 1847 benutzte Methode das Moment an den einzelnen Stellen gemessen wird, ist bekannt (vgl. Galv. 2, Bd. II, § 285); letztere Beziehung, die auch van Rees hervorhebt (l. c. § 286), ist schon von Poisson im Jahre 1824 angegeben (l. c. § 340). Bei dieser Gelegenheit hat Hr. Gaugain (*Compt. rend. T. LXXX, p. 297, 1875*) „mit einiger Verwunderung constatirt“, daß die von einem Magnet in einem weiteren oder engeren Drahtringe inducirte elektromotorische Kraft vom Durchmesser des Ringes nahezu unabhängig ist. Bekanntlich ist dies eines der experimentellen Fundamentalgesetze der Magnetoinduction, welche im Jahre 1835 durch Lenz festgestellt worden (Galv. (2) Bd. II, § 706) und auch in dem allgemeinen Inductionsgesetz von F. E. Neumann (Galv. 2, Bd. II, § 752 und folgende) enthalten sind.

herein die gleiche im positiven und negativen Sinne, wenn auch bei geschlossenen Elektromagneten in Folge der Wechselwirkung der im geschlossenen Kreise aufeinander folgenden Molecularmagnete die hierbei auftretenden positiven und negativen Magnetisirungen von einander weniger verschieden sind, als in einem geraden, ungeschlossenen Stabe.

Wenn die bisher angeführten Phänomene aus der Theorie der drehbaren Molecularmagnete und der elastischen Nachwirkung unmittelbar abzuleiten sind, so gilt dasselbe von den Eigenthümlichkeiten der permanenten Magnetisirung der Stahlmagnete durch Streichen, wobei die Molecüle nach einander gerichtet werden, und die Hr. Gaugain mit vielem Fleiße studirt hat (*Compt. rend. T. LXXX, p. 761, 1003*). Ich habe für die einfachsten Erscheinungen dieser Art schon die Erklärung angedeutet (*Galv. 2, Bd. II, § 334*). Auch complicirtere Erscheinungen, wie sie Hr. Gaugain beobachtet hat, lassen sich ohne Schwierigkeit ableiten. Wird z. B. ein Hufeisenmagnet mit einem über beide Schenkel von Pol zu Pol gelegten Eisenanker armirt, so wirkt derselbe auf den Magnetismus verstärkend, indem seine temporär gleich gerichteten Molecularmagnete auf die Molecularmagnete des Magnets richtend zurückwirken. Wird der Anker gegen den Bug des Magnetes geführt, so folgen die Nordpole der Molecularmagnete des einen Schenkels dem darüber befindlichen Südpol des Ankers und umgekehrt, und kehren dabei mehr oder weniger ihre Lagen um; der Magnet wird schwächer. — Wird der Anker nahe dem Bug über die Schenkel gelegt, so bilden die dem Bug zu gelegenen Molecularmagnete des Magnets mit den durch sie gerichteten, leicht drehbaren Molecularmagneten des Ankers, denen sie sich zuneigen, mehr oder weniger einen geschlossenen Kreis; sie wirken weniger richtend auf die Molecularmagnete der freien Enden der Schenkel; der Magnetismus derselben nimmt ab; ebenso verändert sich die Vertheilung des Magnetismus in ihnen. Wird nun

der Anker den Polen zugeführt, so treten mehr und mehr Molecüle der Schenkel in den geschlossenen Kreis ein und werden dadurch, entsprechend einer Zunahme des Momentes der Schenkel, gerichtet.

Der Magnetismus des Magnets kann hierdurch bei dem Fortführen des Ankers bis zu den Polen zunehmen. Derselbe ist hierbei stabiler, als wenn der gleiche Magnetismus direct in einem neutralen Stahlhufeisen durch einen hinreichend starken Strom erzeugt wäre, da im ersten Fall schon die Erschütterungswirkung durch das Fortschieben des Ankers eingetreten ist, welche im zweiten event. noch den Magnetismus schwächen kann (vgl. Galv. 2, Bd. II, § 81, 472 u. folg., 539). Daß bei diesem Verfahren der permanente Magnetismus sehr starker Magnete sich nicht vermehrt, sondern sich sogar vermindern kann (*Compt. rend. T. LXXVIII, p. 1689*), dürfte davon herühren, daß die beim Auflegen des Ankers in der Nähe des Bugs aus ihren stark magnetischen Lagen bedeutend zurückgegangenen Molecularmagnete der Schenkel beim Vorwärtsschieben durch den Magnetismus des Ankers nicht mehr die früheren, durch die erste, starke magnetisirende Kraft gebotenen Lagen annehmen können, und wohl auch in Folge der molecularen Erschütterungen bei der Hin- und Herdrehung ihre magnetische Einstellung nicht mehr so fest bewahren. Aehnlich lassen sich die Verhältnisse beim Streichen der Magnetschenkel mit kürzeren Spiralen mit und ohne Auflegen des Ankers ableiten (vergl. Gauguin, *Compt. rend. T. LXXVIII, p. 1536*)¹⁾.

-
- 1) Herr Gauguin (*Compt. rend. T. LXXX, p. 297, 1875*) hat unter ausdrücklicher Betonung des Unterschiedes zwischen seinen Experimenten und denen des Hrn. Dufour und den meinigen aus den Jahren 1856 und 1857 beobachtet, daß die temporäre Magnetisirung eines vor einen Magnet gelegten Eisenstabes beim Erhitzen zunimmt und beim Erkalten nochmals ein wenig steigt. Ausführlicher habe ich indess ganz denselben Einfluß der Temperaturänderungen auf den temporären Magnetismus auch schon im Jahre 1863 (Galv. 2, Bd. II, § 522) mitgetheilt, ebenso auf die Ursache auf-

Hr. Stoletow (Pogg. Ann. Bd. 144, S. 429; Galv. 2, Bd. II, S. 448) hat eine Reihe von Bestimmungen von magnetischen Momenten geschlossener Eisenringe durch Messung des Inductionsstromes in einer dieselben umgebenden Spirale beim Umkehren des magnetisirenden Stromes angestellt. Eine ähnliche Methode hat später Hr. Rowland benutzt (Galv. 2, Bd. II, Nachträge No. 95 und l. c.). Ich hatte in meinem Werk darauf aufmerksam gemacht, daß die so gemessene Magnetisirungsfuction (k) im Allgemeinen grösser sey, als die bei der ersten Magnetisirung eines geschlossenen Kreises erhaltene Magnetisirungsfuction oder die Function k bei Magnetisirung eines offenen Systems. Wohl nur in Folge einer zu grossen Kürze dieser Bemerkung hat Hr. Stoletow (Pogg. Ann. Bd. 151, S. 317) meinen Einwand nicht anerkannt. Obgleich Hr. Dr. Börnstein (Berichte der k. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1874, 29. Juni, S. 106) schon einige Worte darauf erwidert hat, erlaube ich mir doch, selbst noch einmal den betreffenden Punkt zu berühren.

Wird ein geschlossener, an allen Stellen gleichen magnetisirenden Kräften unterworfenen Eisenring temporär magnetisirt, so richten sich die Molecularmagnete überall in gleicher Weise und nehmen zusammen ein viel grösseres temporäres Gesamtmoment m_t an, als in einem nicht geschlossenen System (m_i), in dem die Momente von der Mitte gegen die Enden hin abfallen. Wird der magneti-

merksam gemacht, weshalb, wie Herr Gaugain bestätigt hat, bei der Magnetisirungsmethode von Robinson, Aimé und Hamann die bei hohen Temperaturen magnetisirten Magnete nach dem Erkalten mehr permanenten Magnetismus bewahren, als bei gewöhnlicher Temperatur magnetisirte Magnete. — Wenn Hr. Rowland (*Phil. Mag.* 4, Vol. XLVIII, p. 321, 1874) die Beobachtung gemacht hat, daß im Nickel und Kobalt bei Temperaturerhöhungen der Widerstand gegen die Magnetisirung bei schwacher Magnetisirung abnimmt, bei starker Magnetisirung dagegen zunimmt, so stimmt dies ganz vollständig mit meinen früheren Ausführungen über die Wirkung der Temperaturänderungen auf den Magnetismus überein (Galv. 2, Bd. II, § 539).

sirende Strom geöffnet, so bleibt im ersten Fall, auch wenn der Eisenring sehr weich ist, ein beträchtliches remanentes Moment m_r , im zweiten ein sehr geringes permanentes Moment m_p zurück. Die beim Oeffnen erhaltenen Inductionsströme messen also in beiden Fällen die von ganz verschiedenen Bedingungen abhängigen Werthe $m_i - m_r$ und $m_{ii} - m_p$. Werden aber die magnetisirenden Ströme umgekehrt, so nehmen, abgesehen von der Ungleichheit der Wirkung abwechselnd gerichteter Ströme, die Magnetstäbe annähernd die Momente $-m_i$ und $-m_{ii}$ an, die Inductionsströme messen also die Werthe $2m_i$ und $2m_{ii}$, welche wiederum von einander und von dem oben erwähnten Werthe $m_i - m_r$ verschieden sind.

Hr. Holz (Pogg. Ann. Bd. 154, S. 88) hat endlich beobachtet, daß dichtere Magnetstäbe geringere permanente Magnetisirungen annehmen, als weniger dichte. Wenn er hiernach die Behauptung aufstellt, daß die von mir beobachtete Verminderung des Magnetismus eines Eisenstabes bei der Torsion, die Vermehrung desselben bei der Detorsion nur von einer dabei erfolgenden Vermehrung resp. Verminderung der Dichtigkeit herrühre, so scheinen dabei die vielen übrigen Beziehungen zwischen Magnetismus und Torsion unberücksichtigt geblieben zu seyn, bei denen z. B. auch ein durch einen hindurchgeleiteten Strom transversal magnetisirter, also scheinbar unmagnetischer Stab oder ein theilweise entmagnetisirter Stab durch Tordiren von Neuem magnetisirt werden kann¹⁾.

Leipzig, 1. Juli 1875.

- 1) Herr Gore (*Proceed. Roy. Soc. Vol. XXII, p. 57, 1874 Jan. 8*) hat mit großem Fleiß das Verhalten von Eisendrähten untersucht, die der Einwirkung von herum- und hindurchgeleiteten Strömen ausgesetzt wurden, ohne meinen Versuch hierüber vom Jahre 1862 (*Galv. 2, Bd. II, S. 565*) zu kennen. Er hat indeß nachträglich die große Freundlichkeit gehabt, durch eine, seiner vollständigen Abhandlung (*Phil. Trans. Vol. CLXIV, pt. II, p. 529*) vorgedruckte Notiz die Priorität meiner Beobachtungen zu constatiren.