

Neue Fortschritte
auf dem
Gebiete des Magnetismus.

Von
Gottlieb Adler.

Vortrag, gehalten den 9. November 1892.

(Mit Demonstrationen.)

Die zuerst bekannt gewordene Eigenschaft eines Magnetes war, dass er Eisen anzieht und festhält. Diese Thatsache und die weitere, dass Eisen durch die Nähe eines Magnetes die gleiche Fähigkeit erlangt, umfasst alles, was Griechen und Römer vom Magnetismus wussten. Erst mehr als anderthalb Jahrtausende später ist den europäischen Culturvölkern eine zweite auf Magnete bezügliche Thatsache bekannt geworden: dass jeder Magnet, wenn vollkommen frei beweglich gemacht, eine ganz bestimmte Lage bevorzugt, bei der eine bestimmte Stelle desselben nach Norden, eine bestimmte andere Stelle nach Süden weist.

Je eingehender man letztere Thatsache kennen gelernt hat, desto mehr hat sie sich als die eigentlich wesentliche Eigenschaft eines Magnetes herausgestellt. Wir drücken sie vielleicht am zweckmäßigsten mit den Worten aus: In jedem Magnet ist eine ganz bestimmte Richtung ausgeprägt, die magnetische Achse, derart, dass der Magnet stets bestrebt ist, diese in die Richtung der auf ihn wirkenden Magnetkraft einzustellen.

Eine wesentliche Frage ist nun die: Ist dieses Ausgeprägtsein einer bestimmten Richtung eine Eigen-

schaft, die dem Magnet als Ganzem zukommt, oder ist sie, wie bei einem Krystall, schon seinen allerkleinsten Theilchen eigenthümlich?

Diese Frage entscheidet ein sehr einfacher Versuch. Macht man ein langes Drahtstück, etwa eine Stricknadel, zu einem Magnet, so dass das eine Ende einen Nordpol, das andere einen Südpol aufweist, und bricht man diese Nadel entzwei, so erweist sich jede der beiden so erhaltenen Hälften als vollständiger Magnet, jeder mit einem ausgeprägten Nordpol und Südpol. Bricht man jede der Hälften entzwei, so erweist sich jedes der vier Stücke als completer Magnet, kurz, wie weit man auch die Theilung des Magnetes treiben mag, jedes, auch das aller kleinste Theilchen ist ein fertiger Magnet wie das Ganze.

Auf diese Erfahrungsthatsache nun hat der berühmte deutsche Physiker Wilhelm Weber eine Anschauung gegründet, die nicht nur die Constitution fertiger Magnete betrifft, sondern darüber hinaus sich erstreckt auf den Aufbau jener Substanzen, welche, wie das Eisen, Nickel, Kobalt, Magnete werden können. Weber nahm an, dass in jedem Eisen, auch in jenem, das gar nie ein Magnet gewesen ist, also beispielsweise auch im Eisen, wie es aus dem Schmelzofen herauskommt, die aller kleinsten Theile, seine Molecüle, bereits fertige Magnete sind.

Diese Molecularmagnete liegen nun aber vorerst ganz kunterbunt durcheinander, so dass dort, wo der eine von ihnen einen Nordpol hat, ein ihm ungemein

benachbarter seinen Südpol besitzt; was der eine dieser kleinen Magnete anziehen würde, wird der zweite abstoßen, so dass es zu einer einheitlichen Wirkung nach außen nicht kommen kann.

Diese Verhältnisse ändern sich aber sofort, sowie wir das Eisenstück in die Nähe eines Magnetes bringen oder überhaupt irgend einer magnetischen Kraftwirkung aussetzen. Dann wird, nach der eingangs hervorgehobenen Haupteigenschaft der Magnete, jeder der Molecularmagnete sich so zu stellen streben, dass seine magnetische Achse zusammenfällt mit der Richtung der auf ihn wirkenden Magnetkraft. Je stärker letztere ist, desto mehr Molecüle werden nach dieser einen bestimmten Richtung sich einstellen, desto mehr wird im Eisenstücke eine Richtung als bevorzugt hervortreten, desto stärker wird das Eisenstück magnetisch erscheinen. Mit anderen Worten: Nach Webers Hypothese ist die Stärke eines Magnets bestimmt durch den Grad der Ordnung, der in der Lagerung seiner Molecüle erreicht ist.

Ganz besondere Bedeutung hat diese Weber'sche Anschauung durch die aus ihr sich ergebenden Folgerungen erlangt. So lässt sie erwarten, dass es eine ganz bestimmte, scharfe Grenze geben muss, bis zu der man ein Eisenstück von bestimmter Masse, etwa 1 kg desselben, magnetisieren kann. Hat die Einwirkung einer Magnetkraft von bestimmter Stärke bewirkt, dass alle Molecularmagnete ausnahmslos nach einer Richtung sich eingestellt haben, dann wird eine auch noch

so große weitere Steigerung der magnetisierenden Kraft nicht mehr im Stande sein, den Magnetismus des Eisenstückes zu vergrößern, weil eben der höchste Grad der Ordnung in der Lagerung seiner Molecüle eingetreten ist.

Gerade in den letzten 6—7 Jahren ist diese Folgerung der Weber'schen Hypothese Gegenstand eingehendster experimenteller Untersuchungen gewesen; aber selbst bei Einwirkung der stärksten Elektromagnete hat sich die Existenz einer scharfen, unüberschreitbaren Grenze für die in einem Eisenstücke erreichbare Magnetisierung unzweideutig herausgestellt.

Haben wir nach der Weber'schen Hypothese in der Stärke eines Magnetes den Grad der Ordnung zu erblicken, welcher in der Lagerung seiner Molecüle nach einer bestimmten Richtung eingetreten ist, dann müssen wir erwarten, dass alle Umstände, welche die Ordnung der Molecüle stören, auch die Stärke der Magnetisierung alterieren werden. Eine derartige Einwirkung ist z. B. die Erschütterung des Magnetes. Und es ist ja bekannt, dass ein Magnet durch die Erschütterung eines Falles einen Theil seiner Tragkraft einbüßt.

Ähnliche Wirkungen auf den Magnetismus werden wir nach jenen Vorstellungen, die wir gegenwärtig über ihr Wesen haben, von der Wärme erwarten müssen. Von der Wärme nimmt man gegenwärtig an, dass sie bestehe in ganz wirren, regellosen Bewegungen der allerkleinsten Körpertheile, der Molecüle, die um so heftiger vor sich gehen, je höher die Temperatur

des Körpers ist. Hiernach werden wir erwarten müssen, dass, wenn die Heftigkeit dieser Erzitterungen eine gewisse Grenze überschreitet — der Körper also über eine gewisse Temperatur hinaus erhitzt wird — den Molecülen keine Möglichkeit mehr gegeben ist, in eine bestimmte bevorzugte Richtung sich einzulagern. Mit anderen Worten: bei einer bestimmten Temperaturgrenze würden die magnetischen Körper die Fähigkeit verlieren, Magnete zu werden und von Magneten angezogen zu werden.

In der That hat man diese Temperaturgrenze experimentell ermittelt: sie liegt für Kobalt in der Weißglühhitze, für Eisen in der Rothglühhitze, präciser bei 780° C., und für Nickel ungefähr bei 400° C.

Die Thatsache nun, dass diese Substanzen bei einer gewissen Temperaturgrenze ihre Magnetisierbarkeit gänzlich einbüßen, hat eine große technische Tragweite. Dem Techniker interessiert an physikalischen Kräften vor allem eine Frage: Kann ich durch diese Kraft einen Körper dauernd in Bewegung versetzen, oder kann ich durch diese Kraft eine Maschine dauernd in Gang erhalten?

Nun ist es gar keine Frage, dass ich durch einen Magnet ein Eisenstück in Bewegung versetzen kann, denn es wird ja von ersterem angezogen. Aber diese Bewegung kann ich nur einmal erzielen, denn hat das Eisen dieser Anziehung Folge geleistet, dann haftet es an den Polen des Magnetes. Wiederholt in Bewegung zu versetzen vermag ich aber das Eisenstück,

sowie ich zur Wirkung der Magnetkraft noch die der Wärme hinzutreten lasse, in Benützung der Eigenthümlichkeit des Eisens in der Rothglut seine Magnetisierbarkeit einzubüßen. Die Anwendung wäre etwa die: Ich lege ein Eisenstück auf den Tisch und halte in einiger Entfernung oberhalb desselben einen Magnet fest. Das Eisenstück wird in die Pole des Magnetes gezogen; haftet es nun an diesen, dann erhitze ich es bis zur Rothglut, seine Magnetisierbarkeit verschwindet, und es fällt nun, von den Polen nicht mehr festgehalten, auf den Tisch zurück. Hier kühlt es sich ab, erlangt darauf seine Magnetisierbarkeit wieder, wird neuerlich angezogen, und ich kann so den Vorgang beliebig oft in Scene setzen.

Mit anderen Worten: Durch Magnetismus allein ist man nicht im Stande, dauernde Bewegung hervorzurufen, wohl aber durch die vereinte Wirkung von Magnetismus und Wärme.

Der eben auseinandergesetzte Gedankengang ist zuerst von Stefan im Jahre 1871 unter Berechnung aller in Frage kommenden Größenbeziehungen ausgesprochen worden. Aber gleichwohl hat es lange gedauert, bis eine auf diesen Principien basierende Maschine construiert wurde.

An zwei Apparaten möchte ich Ihnen nun zeigen, wie durch das vereinte Spiel von Magnetismus und Wärme dauernde Bewegung erzielt werden kann.

An einer um eine wagrechte Achse drehbaren Messingstange ist unten ein bogenförmiger Nickel-

streifen befestigt. Ich stelle nun einen kleinen Hufeisenmagnet unten so auf, dass gerade die Mitte des Nickelblechstreifens sich zwischen den Polen, der Stelle stärkster magnetischer Kraft, befindet. Und nun erhitze ich durch eine untergestellte Weingeistflamme die Mitte des Nickelstreifens. Diese wird dadurch unmagnetisch, die seitwärts gelegenen kalten und daher magnetischen Nickeltheile schieben das erwärmte Stück aus der stärksten magnetischen Stelle zwischen den Polen heraus; haben sie sich aber hiedurch an die günstigste Magnetfeldstelle gesetzt, gerathen sie in die Flamme, werden dadurch unmagnetisch, während die herausgeschobene Stelle in der Zwischenzeit sich genügend abgekühlt hat, um, wieder magnetisch, zwischen die Pole zurückzustreben, worauf das Spiel von neuem beginnt. Sie sehen, wie die Stange mit dem Nickelstreifen in eine immer mehr und mehr ausgreifende, pendelartige Bewegung geräth.

Größeres praktisches Interesse als dies magnetische Pendel hat dieser zweite Apparat, in welchem ein Rad aus Nickelblech, beziehungsweise Eisenblech, zwischen den Polen eines Magnetes in dauernde Rotation versetzt wird.

Das verticalstehende Rad aus Nickelblech ist um eine horizontale Achse leicht drehbar. Ich lege einen Hufeisenmagnet so, dass eine Stelle des Rades zwischen seinen Polen sich befindet, und erhitze durch Gasflammen von unten her eben diese in der magnetisch günstigsten Lage befindliche Radstelle. Sie sehen, wie das Rad in eine rasche Rotation geräth, indem die

jeweilig kälteren und daher stark magnetischen Radtheile sich an die Stelle stärkster magnetischer Kraft zwischen den Polen zu begeben streben, welche von der erhitzten und daher unmagnetischen Radstelle eingenommen ist.

Motoren, welche, wie die beiden eben vorgeführten, durch die vereinte Wirkung von Magnetismus und Wärme in Bewegung erhalten werden, führen den Namen „thermo-magnetische Motoren“. Sie sind im Anfange des Jahres 1887 gleichzeitig und unabhängig von einander von Stefan und Edison erfunden worden.

Stefan hat seinen Motor — es ist derselbe, den Sie soeben in Wirksamkeit sahen — am 1. Februar 1887 der Wiener physikalischen Gesellschaft demonstriert, während Edison die von ihm construierte Maschine in der ersten Jahreshälfte 1887 der American society for the advancement of science vorführte und die ersten Berichte über dieselbe im Mai 1887 veröffentlicht wurden.

Während bei dem ersten Stefan'schen Modell das Rad aus Nickel bestand, ist dasselbe beim Edison'schen Motor aus einer kreisförmigen Anordnung äußerst dünnwandiger, cylindrischer Röhren aus Eisen gebildet; die untere Hälfte des Rades wird, wie es bei diesem Modell geschah, angeheizt, während durch die Röhren der oberen Radhälfte Ströme kalter Luft durchgeblasen werden, um die Abkühlung dieser Radpartie zu beschleunigen. Der größte von Edison gebaute

„pyromagnetische Motor“ machte 120 Umdrehungen in der Minute, entwickelte einen Arbeitseffect von drei Pferdekraften in der Secunde, besaß aber das große Gewicht von 600 Kilogramm.

Der thermomagnetische Motor ist von einer geradezu verblüffenden Einfachheit, und dieser Umstand ließe erwarten, dass der Nutzeffect dieses Motors ein außerordentlich großer sei; hiebei ist unter Nutzeffect im Sinne der technischen Praxis die mechanische Arbeit zu verstehen, welche die Maschine für je 1 kg zu ihrer Heizung verbrannter Kohle zu liefern vermag.

Leider lehrt die Theorie, dass der von Edison überaus hoch veranschlagte Nutzeffect des thermomagnetischen Motors nicht als so günstig sich erwarten lässt. Für jede Maschine, bei der die Wärme mit ins Spiel tritt, sind wir nämlich durch ein von Carnot begründetes Verfahren, der Thermodynamik, im Stande, den zu erwartenden Nutzeffect im voraus zu berechnen; führt man nun, wie es auch vom Vortragenden geschehen, die vorgezeichnete Rechnung für den thermomagnetischen Motor durch, so lehrt diese zweierlei: erstens, dass der Nutzeffect des Motors wesentlich von der Beschaffenheit der Substanz abhängt, aus der das Rad gemacht ist, zweitens, dass die Art der Wechselbeziehungen, wie sie bei Eisen und Nickel Magnetismus und Temperatur verknüpft, den Nutzeffect von Motoren, welche eines dieser beiden Metalle verwenden, nur als klein erwarten lässt.

Die Rechnung lehrt also, dass die Zukunft des thermomagnetischen Motors wesentlich abhängt von der Ausfindigmachung einer Substanz, welche durch die Art, wie ihre magnetischen Eigenschaften von der Temperatur abhängen, die Gewähr eines hohen Nutzeffectes bietet.

Da nun in der Natur nur drei stark magnetische Metalle, Eisen, Nickel, Kobalt, vorkommen, liegt es nahe, den Kreis der diesbezüglichen Untersuchungen auf Legierungen dieser Metalle auszudehnen.

In wie überraschender Weise die magnetischen Eigenschaften eines Metalles durch den Zusatz eines zweiten sich ändern können, hat man zuerst an einer neuen Stahlsorte, dem Manganstahl, kennen gelernt, der vor etwa fünf Jahren auf den Markt kam. Der Manganstahl zeichnet sich durch eine außerordentliche Festigkeit aus und ist bedeutend härter als der gewöhnliche Stahl, seiner chemischen Zusammensetzung nach besteht er aus 88⁰/₀ Eisen und 12⁰/₀ Mangan.

Als man nun diesen Manganstahl auf sein magnetisches Verhalten untersuchte, stellte sich heraus, dass er 3000—7000mal schwächer magnetisch ist als die gewöhnlichen Stahlsorten. Diese Thatsache ist außerordentlich überraschend: der Zusatz einer verhältnismäßig geringen Menge einer, allerdings schwach, magnetischen Substanz, des Mangans, ist ausreichend, die magnetischen Eigenschaften des Eisens auf ein Minimum herabzudrücken.

Nachdem ich an diesem Beispiele gezeigt, wie große Überraschungen das magnetische Verhalten von Legierungen bieten kann, will ich zu jenen Thatsachen übergehen, welche der amerikanische Elektriker Hopkinson rücksichtlich des Einflusses der Temperatur auf die magnetischen Eigenschaften von Nickel-Eisen-Legierungen festgestellt hat.

Aus seinen Untersuchungen, die sich auf 25 durch das Legierungsverhältnis beider Metalle unterschiedene Sorten erstreckte, möchte ich zwei hervorheben.

Eine Nickel-Eisen-Legierung, in der 70 Theile Eisen mit 30 Theilen Nickel zusammengeschmolzen waren, verlor ihren Magnetismus schon bei einer Temperatur von 60° C. Noch merkwürdiger war eine zweite Nickel-Eisen-Legierung, welche aus $\frac{1}{4}$ Nickel und $\frac{3}{4}$ Eisen bestand. Diese Nickel-Eisen-Legierung erwies sich, so wie sie vom Fabrikanten kam, als ganz und gar unmagnetisch, obwohl sie aus zwei sehr magnetischen Metallen — Nickel ist nur zehnmal schwächer magnetisch als Eisen — bestand. Das erschien Hopkinson sehr unwahrscheinlich; er vermuthete, dass die Temperatur, bei der dies Nickeleisen seinen Magnetismus verliert, die Zimmertemperatur sein könnte. Auf Grund dieser Erwägung kühlte er das Nickel-Eisen ab. Zu seiner Überraschung stellte sich heraus, dass die Legierung auf -25° C. abgekühlt sehr stark magnetisch war und auch so blieb, nachdem sie wieder erwärmt wurde. Erst bis auf 600° C. erhitzt, verlor sie ihre Magnetisierbarkeit, und zwar bleibend und wurde

erst wieder magnetisch, nachdem sie abermals auf -25° C. abgekühlt worden war. Mit anderen Worten, das Nickeleisen ist eine Substanz, welche bei der gewöhnlichen Temperatur in zwei verschiedenen Zuständen existiert: einem unmagnetischen und einem magnetischen; in ersterem dann, wenn sie zuletzt auf 600° C. erhitzt worden, in letzterem, wenn sie zuletzt auf -25° C. abgekühlt worden war.

Die Erfahrung nun, die Hopkinson mit letzterer Legierung gemacht hat, die Möglichkeit, dass wir die starke Magnetisierbarkeit einer Substanz gar nicht ahnen, von ihren stark magnetischen Eigenschaften dann erst erfahren, wenn wir sie auf eine sehr niedrige Temperatur gebracht haben, besitzt aus einem anderen Gesichtspunkte große Tragweite; ich möchte mir gestatten, dies mit einigen Worten auseinanderzusetzen.

Im Jahre 1845 machte Faraday die Entdeckung, dass der Magnetismus, den man bis dahin als bloß den drei Körpern Eisen, Nickel, Kobalt eigenthümlich ansah, eine allgemeine Eigenschaft der Körper sei, dass alle Körper ausnahmslos auf magnetische Kräfte reagieren.

In der Art, wie sie vom Magnete afficiert werden, kann man die Gesammtheit der Substanzen in zwei Classen theilen: in paramagnetische Körper, die dorthin sich zu bewegen streben, wo die Magnetkraft am stärksten ist, und in diamagnetische, die nach der Stelle schwächster Magnetkraft sich zu begeben streben. Beispielsweise gehören alle Eisen- und Nickel-

salze zur ersteren Kategorie, Wasser, Quecksilber, die überwiegende Mehrzahl organischer Gebilde zur letzteren.

Warum man vor Faraday auch nicht die geringste Ahnung von der Allgemeinverbreitung der magnetischen Eigenschaften hatte, war darin gelegen, dass man für die Experimente Magnete von viel zu geringer Stärke verwendet hatte, als dass die Kräfte, mit der sie die meisten Körper afficierten, noch merklich gewesen wären.

Die Größe der magnetischen Eigenschaften anlangend, besteht nämlich eine außerordentlich tiefe Kluft zwischen den drei Körpern Eisen, Nickel, Kobalt einerseits und der Gesammtheit der übrigen Substanzen andererseits; ich möchte mir gestatten, einige diese Größenverhältnisse illustrierende Zahlenwerte anzuführen.

Dem Betrage nach am größten sind die magnetischen Eigenschaften des Eisens.

Die Kraft, mit der ein Eisenstück an die Pole eines Magnetes, dessen Intensität die Sättigungsgrenze erreicht hat, angepresst wird, kann den Betrag von 12 *kg* für jedes Quadratcentimeter der Berührungsfläche erreichen. Es ist das ein außerordentlich hoher Betrag, denn ins Physikalische übersetzt besagt er, dass die Druckkraft, mit der der Eisenanker gegen die Polflächen gepresst wird, 12 Atmosphären beträgt, also so groß ist als der Druck, welchen Dampf von 12 Atmosphären Spannung auf die Wände des Dampfkessels ausübt.

Als bestes Mittel, die magnetischen Eigenschaften verschiedener Substanzen ihrem Betrage nach zu vergleichen, hat sich die Verwendung der Wage erwiesen.

Man bringt die zu untersuchende Substanz am vortheilhaftesten in die Gestalt eines sehr langen dünnen Drahtes, oder füllt sie, wenn es sich um eine Flüssigkeit handelt, in eine sehr lange, dünne Röhre. Diesen Draht, beziehungsweise Röhre, befestigt man mit dem einen Ende an die untere Seite der einen Wagschale, das andere Ende lässt man in den Zwischenraum zwischen den Polen eines sehr starken Magnetes ragen. Die Größe der Kraft, mit der die Substanz in diesen Zwischenraum gezogen wird, bestimmt man durch jene Gewichte, die, auf die andere Wagschale gelegt, das vor der Einwirkung des Magnetes bestandene Gleichgewicht wiederherstellen.

Während nun diese magnetische Zugkraft bei Eisen, Nickel, Kobalt unter Anwendung starker Elektromagnete, für je ein Quadratcentimeter der unteren Grenzfläche einige Kilogramm beträgt, variiert sie für die überwiegende Mehrzahl der übrigen Substanzen zwischen $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{1000}$ eines Grammes.

Wenige physikalische Eigenschaften weisen derartige Extreme auf, wie dies bei den magnetischen Eigenschaften rücksichtlich ihrer Größe der Fall ist.

Den drei sehr stark magnetischen Substanzen Eisen, Nickel, Kobalt steht die Gesammtheit der übrigen Körper gegenüber, die vom Magnet mit einer mehrere

millionenmal schwächeren Kraft afficiert werden. Nur eine einzige Substanz hat man eruiert, die einigermaßen in der Mitte zwischen diesen Extremen sich befindet, den Manganstahl, der 3000—7000 mal schwächer als Eisen vom Magnet angezogen wird.

Auf allen anderen Gebieten der Physik hat mit Fortschreiten der Erfahrung immer mehr der Satz der alten Scholastik sich erwahrt, „die Natur kennt keine Sprünge“, überall kamen immer mehr die ursprünglichen Extreme verbindenden Übergänge zum Vorschein. Beispielsweise hat sich herausgestellt, dass zwischen jenen Extremen, welche man rücksichtlich des Aggregatzustandes der Substanzen in die Ausdrücke „fest, flüssig, gasförmig“ gefasst hatte, zahlreiche und ganz allmähliche Übergänge stattfinden, weiters, dass bei einer gewissen sehr niedrigen Temperatur alle Körper in festem, bei sehr hoher Temperatur alle Körper in gasförmigem Zustande sich befinden. Nun ist es nicht ganz unwahrscheinlich, dass auch die Extreme, welche wir gegenwärtig in Bezug auf die Größe der magnetischen Eigenschaften beobachten, daher stammen könnten, dass wir die Körper nur bei einer Temperatur untersuchen, die uns geläufig ist, bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur. Wir haben ja gesehen, dass gerade derselbe Umstand, eben die Temperatur, welche für die Aggregatzustände eine so entscheidende Rolle spielt, auch in Bezug auf die magnetische Eigenschaft ausschlaggebenden Einfluss besitzt. Bei einer sehr hohen Temperatur haben alle

Körper ausnahmslos, auch Eisen, Nickel und Kobalt, sich als ungemein schwach magnetisch erwiesen. Das Umgekehrte, dass bei niedrigerer Temperatur Körper sich als stark magnetisch erweisen könnten, die wir bei der gewöhnlichen Temperatur für nahezu unmagnetisch halten mussten, ist bis nun bloß an einem Körper, dem von Hopkinson untersuchten Nickeleisen, zutage getreten, dessen stark magnetische Eigenschaften er dann erst entdeckte, als er es auf -25° C. abgekühlt hatte.

Aber eine wichtige Directive enthält diese Hopkinson'sche Erfahrung für die fernere experimentelle Forschung auf diesem Gebiete: das magnetische Verhalten der Substanzen bei sehr niedrigen Temperaturen zu untersuchen.

Nach dieser Richtung ist vor kurzem ein glänzender Erfolg erzielt worden. Der englische Physiker Dewar füllte im December 1891 in eine Schale aus Steinsalz flüssigen Sauerstoff, der bei der Berührung mit Luft ins Sieden kam, wobei seine Temperatur auf -180° C. herabsank. In diesem Zustande erwies sich der Sauerstoff als so stark magnetisch, dass die Schale, in der er enthalten war, an den Polen des Magnetes — es war der historische Faradaymagnet — mit einer Kraft haftete, jener an Größe vergleichbar, mit der Eisen daselbst festgehalten würde. Es konnte sonach einer der bedeutendsten Experimentalforscher auf magnetischem Gebiete, Ewing, bei einem jüngst gehaltenen Vortrage aussprechen, dass man nunmehr vier

stark magnetische Substanzen kenne: Eisen, Nickel, Kobalt und den flüssigen Sauerstoff.

Die Rücksichtnahme auf die dem Vortrage zugemessene Zeit ließ es von vorneherein unmöglich erscheinen, auch nur annähernd ein Bild von dem außerordentlichen Umfange jener Fortschritte zu geben, welche die Erkenntnis der magnetischen Erscheinungen in den letzten Jahren gemacht hat. So war von vorneherein die Beschränkung auf ein ganz enges Gebiet — jenes der Wechselbeziehungen zwischen Magnetismus und Wärme — geboten. Trotz dieser nothwendigen Einengung aber hoffe ich, dass jenes Moment, dem der ungeahnte Aufschwung auf diesem Gebiete zu verdanken ist, in der erstrebten Deutlichkeit zutage getreten ist: das enge, wechselseitig sich fördernde und anregende Zusammenwirken von physikalischer Theorie und technischer Praxis.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Adler Gottlieb

Artikel/Article: [Neue Fortschritte auf dem Gebiete des Magnetismus. 1-19](#)