

Bericht über die letzten magnetischen Arbeiten von Prof. Klemenčič.

Von

M. Radaković.

Die Arbeiten, welche Prof. Klemenčič in den sechs Jahren seiner Thätigkeit an unserer Hochschule veröffentlicht hat, zerfallen inhaltlich in zwei Gruppen. Die eine enthält Untersuchungen aus dem Gebiete der Elektrizität, insbesondere Messungen an Normalelementen; es sind dies fünf Publicationen. Die andere besteht aus zwölf Abhandlungen, welche dem Studium magnetischer Phänomene gewidmet sind. Sie behandeln den Energieverbrauch bei der Magnetisirung durch oscillatorische Condensator-Entladungen, die merkwürdige, von Ewing zuerst beobachtete Erscheinung der magnetischen Nachwirkung, endlich die Untersuchung permanenter Magnete und des Magnetisierungsvorganges. Diese letzteren Arbeiten über permanente Magnete sind die zeitlich jüngsten und zahlreichsten dieser Gruppe. Sie sind in acht zusammengehörenden Publicationen niedergelegt.

Der mir zur Verfügung stehenden Zeit entsprechend beschränke ich mich auf einen Bericht über diese letzteren Arbeiten; muss jedoch auch hiebei in Anbetracht der Fülle der in ihnen enthaltenen Resultate auf Vollständigkeit verzichten und erlaube mir nur jene Ergebnisse im Zusammenhange anzuführen, welche mir persönlich als die wichtigsten und besonders als die weittragendsten erscheinen.

Man weiss schon lange, dass der permanente Magnetismus des Eisens oder Stahles von grosser Unbeständigkeit ist. Erfahrungsgemäss vermindern Magnete im Laufe der Zeit stets ihr magnetisches Moment. Zum grössten Theile liegt dies sicher in der Einwirkung äusserer Um-

stände. Jede mechanische Deformation, jede Erschütterung beeinflusst das Moment; jede Temperaturänderung drückt sich in einem Wechsel der magnetischen Eigenschaften aus; jede Berührung mit Eisen, die Nähe eines andern Magnet, ja die Lage gegen Nord oder Süd ist von Einfluss auf den magnetischen Zustand.

Man kann sich die Frage vorlegen, ob diese äusseren Umstände allein die Ursache der Abnahme des Momentes sind oder ob diese wenigstens zum Theile nicht auch dann eintreten würde, wenn man den Magnet von allen äusseren Einflüssen isoliren würde. Die Beantwortung dieser Frage ist offenbar von grosser Wichtigkeit für die theoretische Einsicht in die moleculare Structur des Eisens. Je nach ihrer Beantwortung hat man den Magnetismus als eine dauernde Eigenschaft des Magnetstabes anzusehen, die allerdings sehr durch äussere Umstände beeinflussbar ist, oder aber man muss annehmen, dass es einen in Wahrheit permanenten Magnetismus insofern nicht gebe, als sich das magnetische Moment auch bei Ausschluss aller äusseren Einflüsse unaufhaltsam vermindert.

Diese Fragestellung kann man als den Ausgangspunkt der zu besprechenden Arbeiten ansehen. Es handelte sich darum, Magnete unter Ausschluss aller äusseren Einflüsse auf die Constanz ihres Momentes hin zu untersuchen. Dies ist eine Aufgabe von besonderer Schwierigkeit.

Sie erfordert die Lösung einer Vorfrage. Man kann alle erwähnten äusseren Einflüsse von den zu untersuchenden Magneten fernhalten, bis auf einen, den Einfluss der Temperatur. Da man einen Raum nicht auf grössere Zeit hinaus in demselben Wärmestande erhalten kann, so bleibt nichts anderes übrig, als den Einfluss der nicht zu vermeidenden Temperaturschwankungen separat zu bestimmen. Es geschieht dies, indem man den Temperaturcoefficienten misst, d. h. jene Zahl, welche angibt, um

wieviel das Moment bei einer Erwärmung um 1° abnimmt, und mit dessen Hilfe das Moment bei der beobachteten Temperatur auf jenes reduciert, welches bei einer Normaltemperatur stattfinden würde. Es ist natürlich wünschenswert den Temperatureinfluss herabzudrücken, also einen möglichst kleinen Temperaturcoefficienten zu haben. Man hat nun vermuthet, dass ein Zusammenhang zwischen dem Temperatur-Coefficienten und der Gestalt des Magnets, besser gesagt, seinem Dimensionsverhältnis d. i. dem Quotienten aus Länge und Durchmesser bestehe und Prof. Klemenčič hat eine besondere Arbeit der Untersuchung dieser Beziehung gewidmet. Es zeigte sich, dass der Temperatur-Coefficient dem Dimensionsverhältnis verkehrt proportional geht, so dass man, um einen kleinen Temperatureinfluss zu haben, sehr gestreckte Stäbe nehmen muss.

Nach der Erwähnung dieser Vorarbeit wenden wir uns der Besprechung der Hauptarbeit zu, der Untersuchung der Constanz der Magnete bei ruhigem Lagern unter Ausschluss aller schädlichen äusseren Einflüsse. Die Magnete waren für die ganze Dauer der Beobachtungen erschütterungsfrei in der Ost-Westlage aufzuheben, von allen magnetischen Einflüssen zu schützen und bei möglichst gleicher Temperatur zu erhalten. Nun weiss man, dass die magnetischen Eigenschaften des Stahles von seiner chemischen Natur sehr abhängen. Man muss daher die verschiedensten Sorten von Magnetstahl untersuchen, wenn man über den höchsten erreichbaren Grad der Permanenz des Magnetismus Aufschluss erhalten will.

Daher unterzog Prof. Klemenčič der Untersuchung 40 Magnete von 5 verschiedenen Sorten des zur Herstellung permanenter Magnete besonders gut geeigneten steirischen Wolframstahles der Firma Böhler u. Cie. in Wien, ferner 4 Magnete von Marchal in Paris, 3 Magnete von Zellweger in Uster bei Zürich, 2 Magnete von Berg in Berlin und 4 Magnete von Remy in Hagen i. W., also Stahlorten der verschiedensten Provenienz und Zusammensetzung.

Die Arbeit zerfällt in drei Theile. — Der erste Theil betrifft die Untersuchung der Momentabnahme in der Zeit gleich nach der Magnetisirung; er umfasst die Beobachtungen des Momentes in den ersten drei Wochen. Der zweite Theil betrifft die Untersuchung der Momentabnahme in längeren Zeitabschnitten. Diese Beobachtungen beginnen circa zwei Monate nach der Magnetisirung des Magnets und erstrecken sich auf fünfzehn Monate. Bei diesen beiden Theilen wurden die Magnete in jenem Härtezustande, in welchem sie von der Fabrik kamen, beobachtet. Da man jedoch weiss, dass die Constanz des Momentes durch ein längeres Kochen und Magnetisiren in wiederholter Folge gesteigert werden kann — es ist dies das Verfahren von Strouhal und Barus — wurden in einem dritten Theile der Arbeit Magnete, die nach diesem Verfahren behandelt worden waren, auf die Constanz ihres Momentes hin untersucht.

In allen drei Theilen zeigten sich fortdauernde Abnahmen des Momentes. Am stärksten waren sie in der ersten Gruppe, also innerhalb der ersten drei Wochen nach der Magnetisirung. Auch in der zweiten Gruppe, also in einem Zeitraume von 15 Monaten, zeigte sich eine tägliche Abnahme des Momentes, welche jedoch kleiner ist als in den ersten drei Wochen nach der Magnetisirung.

Sie ist überdies veränderlich. Der Betrag der täglichen Momentabnahme nimmt selbst im Allgemeinen im Laufe der Zeit ab, doch nicht gleichmässig; er ist vielmehr im Winter bedeutend kleiner, als im Sommer. Eine Erscheinung, deren Grund noch nicht aufgeklärt ist. Die letzte Gruppe endlich, welche die nach dem Verfahren von Strouhal und Barus behandelten Magnete umfasst, zeigte zwar auch Momentabnahmen, deren Grösse sich aber innerhalb so kleiner Grenzen hält, dass die Momente dieser Magnete im Laufe von 11 Monaten auf weniger als 0.1% constant bleiben.

Diese in kurzen Zügen gegebenen wesentlichsten Er-

gebnisse sind nun nach vielen Richtungen hin wichtig. Es sei gestattet, nur auf die Bedeutung dieser Arbeiten für die Technik, für die messende Physik und für die Theorie des Magnetismus hinzuweisen.

Die Technik benöthigt bei vielen ihrer Apparate permanente Magnete von besonderer Constanz des Momentes, so dass die Frage nach der Güte einer Stahlsorte in Hinsicht ihrer Eignung zur Verfertigung permanenter Magnete eine praktisch sehr wichtige ist. Die Fabrikanten pflegen nun die verschiedenen Stahlsorten hinsichtlich der Constanz der aus ihnen verfertigten Magnete durch Beobachtungen zu prüfen, welche sich nur auf ein sehr kurzes Zeitintervall erstrecken. Die Resultate der Untersuchungen von Prof. Klemenčič ergeben zunächst, dass dieser Vorgang unrichtig ist. Ueber die Güte einer Magnetstahlsorte kann man nur dann ein sicheres Urtheil gewinnen, wenn man die Beobachtung auf lange Zeit hinaus erstreckt. Es zeigte sich nämlich, dass Stahlsorten, die innerhalb der ersten drei Wochen nach der Magnetisierung ihr Moment sehr schlecht bewahren, dennoch innerhalb eines Jahres weniger an Moment verlieren können, als andere Sorten, die in den ersten drei Wochen ihr Moment viel besser beibehalten hatten.

Hiedurch bereits zur Vorsicht in der Behandlung der Frage nach der Güte einer Stahlsorte gemahnt, erwog Prof. Klemenčič, ob man nicht bei der Beurtheilung auch die äusseren Umstände in Rechnung ziehen müsste, welchen die Magnete bei dem Gebrauche ausgesetzt sind. Die untersuchten Magnete waren stets ruhig gelagert; hätte man dasselbe Urtheil über die Constanz des Momentes bei den verschiedenen Stahlsorten gewonnen, wenn man die Versuchsstücke während der Zeit der Beobachtung erschüttert hätte?

Prof. Klemenčič regte einen seiner Schüler, Herrn Krüse an, diese Frage zu untersuchen. Herr Krüse beobachtete daher den Einfluss wiederholter Erschütterungen

auf die Abnahme des Momentes bei denselben Stahlsorten, welche Prof. Klemenčič untersucht hatte. Es ergab sich das folgende merkwürdige Resultat: Ordnet man die untersuchten Stahlsorten in eine Reihe nach der Constanz des Momentes, indem man jene Sorte als die beste bezeichnet, deren magnetisches Moment sich am wenigsten vermindert, so ist diese Reihe nach den Beobachtungen von Herrn Krüse entgegengesetzt jener, die sich aus der Arbeit von Prof. Klemenčič ergibt. Jene Stahlsorte, die bei Erschütterungen ihr Moment am schlechtesten festhält, bewahrt es bei ruhigem Lagern am besten und umgekehrt. Nachdem Herr Krüse weiters zeigte, dass jene Stahlsorten bei Erschütterungen die besten sind, welche die grösste Coercitivkraft haben, so folgt umgekehrt aus den Beobachtungen von Prof. Klemenčič, dass jene Sorten bei ruhigem Lagern ihr Moment am besten festhalten, welche die kleinste Coercitivkraft besitzen.

Das ist ein ganz unerwartetes Ergebnis. Wollte man das Merkwürdige dieses Satzes möglichst drastisch ausdrücken, so könnte man aus ihm — freilich nur durch Ausdehnung seiner Giltigkeit über den Bereich der beobachteten Coercitivkräfte hinaus folgern, dass bei ruhigem Lagern weiches Eisen als der beste permanente Magnet sich ergeben müsste. Ich glaube, dass dieses Resultat geeignet ist, bei der Aufstellung und Prüfung von Hypothesen über die Natur der Magnete eine wichtige Rolle zu spielen, so unerwartet ist es und so entscheidend scheint es für jede Vorstellung von der Constitution der Magnete zu sein.

Für die Bedürfnisse der Technik ist dieses Ergebnis insofern wichtig, als es lehrt, dass ein Urtheil über die Güte einer Stahlsorte nur mit Rücksicht auf die Umstände gefällt werden kann, unter welchen der Magnet verwendet werden soll.

Die Messungen an den nach dem Verfahren von Strouhal und Barus behandelten Magneten ergaben, dass

diese ihr Moment bis auf weniger als 0·1% im Laufe eines Jahres constant erhalten. Dies ist für die messende Physik von grosser Bedeutung. Bekanntlich ist in der Elektrizitätslehre, wie übrigens auch in anderen Gebieten der Physik, die absolute Bestimmung einer Grösse eine sehr schwierige Aufgabe; dagegen sind Vergleichen gleichartiger Grössen verhältnismässig leicht und sehr genau möglich. Beispielsweise ist die absolute Messung eines Widerstandes eine Aufgabe, welcher die geschicktesten Experimentatoren mühevoll Arbeit gewidmet haben, während der Vergleich zweier Widerstände sich ohne besondere Mühe bis auf 0·001% und genauer durchführen lässt. Man strebt daher die Herstellung geaichter Normale an und jedes Laboratorium besitzt solche Normale der Widerstandseinheit, der elektromotorischen Kraft u. s. w. Die Untersuchungen von Prof. Klemenčič zeigen nun, dass wir auch Normalmagnete herstellen können, deren Moment auf weniger als 0·1% constant bleibt. Ein sehr wichtiges Ergebnis, welches viele Arbeiten wesentlich erleichtert.

Nur eine Schwierigkeit gibt es noch zu überwinden. Wie soll man solche Normalmagnete aufheben, wie soll man sie versenden; ohne ihr Moment zu beeinflussen? Kann man ja doch die Bedingung ruhigen Lagerns, die sich zum Zwecke einer wissenschaftlichen Untersuchung mit aller Sorgfalt erfüllen liess, nicht dauernd bei Magneten gerecht werden, die eine häufige Verwendung finden sollen. Prof. Klemenčič löste diese Schwierigkeit in eleganter und einfacher Weise. Gibt man einen Magnet in Watta gebettet in ein Glasröhrchen und dieses mit Fliesspapier umwickelt in eine allseits verschliessbare Röhre aus weichem Eisen, so ist der Magnet Dank dieser Aufbewahrung und der Schirmwirkung des Eisens ganz geschützt. Eine solche Röhre kann man fallen lassen, in jede Lage gegen den magnetischen Meridian bringen und sogar in eine von einem schwachen Strom durchflossene

Spule geben ohne wesentlich das Moment des Magnets zu ändern. Damit ist die Frage der Normalmagnete erledigt.

Die Bedeutung der vorliegenden Untersuchungen für die theoretische Erkenntnis der Structur des Eisens haben wir schon zum Theile in der Beziehung zwischen der Constanz der Magnete und der Coercitivkraft berührt. Sie reicht aber noch viel weiter. Die Thatsache, dass die Momentabnahme der Magnete unmittelbar nach der Magnetisirung sehr stark war, in 15 Monaten zwar wesentlich schwächer, aber doch immerhin stets auftrat, führte Prof. Klemenčič auf die Vermutung, dass die Abnahme des Momentes ruhig lagernder Magnete aus zwei Ursachen entspringe, deren erste in dem Vorgange der Magnetisirung, deren zweite in dem Process der Härtung zu suchen ist.

Die Magnetisirung versetzt die Molecüle (in einen Zwangszustand, von dem sie sich nach Aufhören des magnetisirenden Feldes wieder theilweise entfernen. Hiedurch werden die magnetischen Eigenschaften verändert. Dies sind die Magnetisirungsnachwirkungen. Prof. Klemenčič hat sie untersucht und die folgenden Resultate erhalten: die Magnetisirungsnachwirkungen verlaufen ziemlich rasch; in wenigen Tagen sind sie abgelaufen. Sie sind von dem Dimensionsverhältnisse abhängig und die Ursache der starken Abnahme des Momentes innerhalb der ersten drei Wochen nach der Magnetisirung.

Ein jeder Magnet wird aber auch gehärtet. Dies geschieht, indem man ihn bis zur Weissgluth erhitzt und dann sofort in kaltes Wasser gibt. Dieser enorme Temperatursturz von der Weissgluthhitze herab stellt eine Katastrophe im Leben des Magnet dar, von deren Folgen er sich nie erholt. Die Molecüle gelangen durch diesen furchtbaren Wärmesturz in Zwangszustände, aus denen sie sich zu entfernen trachten, so dass sie sich zwar immer langsamer, aber nach Jahren noch bemerkbar bewegen. Dies sind die Härtungsnachwirkungen. In ihnen

sehen wir die Ursache jener Momentabnahmen der Magnete, die lange nach der Magnetisirung immer noch stattfinden.

Die Untersuchung der Härtungsnachwirkungen hat Prof. Klemenčič zum Theile noch begonnen. Wir können jetzt sagen, dass sie im unmagnetischen Eisen etwas schneller als im magnetisirten verlaufen. Ein theoretisch wichtiges Ergebnis und eine Stütze der modernsten Ewing'schen Hypothese. Sie lassen sich in ihrem Ablaufe beschleunigen, wenn man die Magnete wiederholt kocht und hierin liegt der innere Sinn des Verfahrens von Strouhal und Barus. Durch dieses wird der Ablauf der Härtungsnachwirkungen beschleunigt, so dass der Magnet in wenigen Tagen in einen Zustand versetzt wird, den er unter anderen Umständen erst nach Jahren hätte erreichen können. — Aus diesem künstlichen Altern der Magnete ergibt sich die Constanz ihres Momentes.

Ein Stahlstab, den wir nach dem Zeugnis unserer Sinne für das Muster eines unveränderlichen festen Körpers anzusehen geneigt sind, erweist sich uns als sehr unbeständig. Seine Molecüle sind thatsächlich nie in dauernden Gleichgewichtszuständen, sondern streben stets neue Lagen an; Veränderungen finden in der Materie statt, die allen anderen Untersuchungsmethoden entgehen und nur durch den Wandel der magnetischen Eigenschaften erkannt werden können.

Wie die Widerstandsänderungen der Drähte, die Nullpunktsdepressionen der Thermometer, die Phänomene der elastischen Nachwirkung verrathen uns auch die Härtungsnachwirkungen den complicirten Bau der Materie. Die rein magnetischen Untersuchungen von Prof. Klemenčič berühren hiemit allgemeine und tiefe Probleme der Physik.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, nochmals zu betonen, dass ich aus der grossen Fülle der Resultate nur die wichtigsten herausgreifen konnte. Gar nicht berührt habe ich die experimentellen Schwierigkeiten der Untersuchung. Wir haben es hier mit äusserst feinen Prä-

cissionsmessungen zu thun, bei welchen alle denkbaren Fehlerquellen berücksichtigt erscheinen. Von der Feinheit dieser Messungen möge man eine Vorstellung durch die Erwähnung des Umstandes gewinnen, das bei der Bestimmung des Temperatur-Coefficienten der minimale Unterschied in der Härtung der beiden Enden eines 10 cm langen sorgfältigst behandelten Stabes einen wesentlichen Einfluss hatte, dessen Beseitigung das Geschick des Beobachters sehr in Anspruch nahm.

Auch persönlich anstrengend waren diese Arbeiten. Musste doch auf jeden Wagen, der die Universitätsstrasse passirte, Rücksicht genommen werden, da die Wagenachsen durch ihre Fernwirkung auf das Messinstrument, ein Magnetometer, einen grösseren Einfluss ausübten, als der Durchschnitt der meisten Momentabnahmen der Magnete in fünfzehn Monaten. Daher war der Beobachter genötigt, das Geräusch der Strasse beständig in Evidenz zu halten, um das Passiren jedes Wagens rechtzeitig zu erkennen.

Gleich hervorragend scheinen mir diese Arbeiten durch die Feinheit der angewandten Methoden und die Exactheit der Beobachtungen, wie durch die reiche Ernte an theoretisch wichtigen und weittragenden Ergebnissen zu sein. Ich meine darum: sie sind eines ehrenvollen Platzes in der Geschichte der Physik sicher.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Radakovic M.

Artikel/Article: [Bericht über die letzten magnetischen Arbeiten von Prof. Klemencic. 77-86](#)