

12. *Die Eisenkugel im homogenen Magnetfelde.* *Experimentaluntersuchung; von O. Grotrian.*

Ein im homogenen Felde befindliches Ellipsoid aus weichem Eisen wird zufolge der von Poisson begründeten Magnetisirungstheorie homogen magnetisirt. Handelt es sich um ein Rotationsellipsoid, dessen Rotationsaxe den Kraftlinien des ursprünglichen Feldes parallel ist, dann laufen zu diesen auch die Inductionslinien im Eisen parallel. Es sind das Ergebnisse, zu denen die Untersuchungen von Poisson¹⁾, Neumann²⁾ und Lipschitz³⁾ geführt haben.

Mit diesen Schlussfolgerungen der Theorie sind die Versuchsergebnisse einer Anzahl von Forschern in Uebereinstimmung und bestätigen somit indirect die Richtigkeit derselben. Eine wesentlich directe Bestätigung ist durch Versuche von Fromme⁴⁾ erfolgt. Dieselben sind nach der Ablenkungsmethode angestellt und zeigen, dass für vier Kugeln von verschiedener Grösse die Magnetisirungsfunktion nahezu constant ist.⁵⁾ Demnach wäre der Theorie entsprechend bei bestimmtem äusseren Felde das magnetische Moment einer Kugel merklich deren Volumen proportional.

Würde man lediglich dieses Versuchsergebniss berücksichtigen, so lässt sich dasselbe auch erklären durch die Annahme einer nicht homogenen aber ähnlichen Vertheilung des Magnetismus in den verschiedenen Kugeln.

Bei der Bedeutung des die Magnetisirung eines Ellipsoids betreffenden Gesetzes dürfte es nicht ohne Interesse sein, die experimentelle Prüfung desselben auf ganz anderem, möglichst directem Wege vorzunehmen. Einen solchen habe ich bei der Arbeit, deren Ergebnisse hier mitgetheilt werden sollen,

1) Poisson, Mémoires de l'Acad. 5. p. 488. 1821. 1822.

2) Neumann, Crelle's Journ. 37. p. 21. 1848.

3) Lipschitz, Inauguraldiss. Berlin 1857.

4) Fromme, Pogg. Ann. 152. p. 627. 1874.

5) l. c. p. 628—629.

eingeschlagen. Es sind dabei relativ kleine magnetisirende Kräfte zur Anwendung gekommen.

Meine Versuche laufen im Princip darauf hinaus, den Induktionsfluss zu messen, der einen bestimmten zu den Kraftlinien des ursprünglichen Feldes senkrechten Querschnitt im Eisen durchsetzt. In Fig. 1 ist ein verlängertes Rotationsellipsoid mit einigen zugehörigen Induktionslinien dargestellt, wie dieselben etwa bei ursprünglich homogenem äusseren Felde der Theorie noch verlaufen.

Ist nun S eine das Ellipsoid eng umschliessende kreisförmige Drahtschleife, deren Windungsebene auf der Rotationsaxe senkrecht steht, so erscheint es möglich, den erstere durchsetzenden Induktionsfluss mittels eines ballistischen Galvanometers zu messen. Zu dem Zwecke wäre der Strom einer

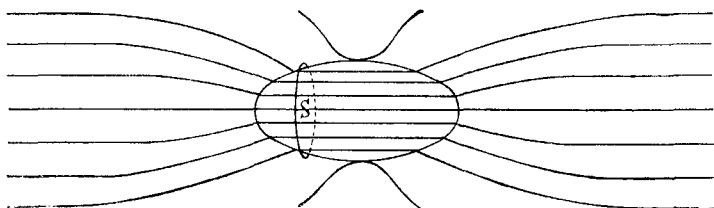


Fig. 1.

primären Spule, durch welche das ursprüngliche Feld erzeugt wird, zu schliessen und zu öffnen oder zu commutiren. Dividirt man den gefundenen Induktionsfluss durch die von der Schleife umschlossene Fläche, so wird unter Voraussetzung einer homogenen Magnetisirung der Werth der Induction erhalten. Unter derselben Voraussetzung muss sich stets der nämliche Werth für die Induction ergeben, gleichgültig welches der Durchmesser der Schleife ist. Durch Beobachtung mit einer Anzahl von Schleifen, die verschiedene Durchmesser besitzen, wäre demnach eine Prüfung der Homogenität der Magnetisirung zu erzielen.

Im allgemeinen wird man bei der magnetischen Untersuchung von Eisenmassen die Möglichkeit einer magnetischen Anisotropie zu berücksichtigen haben. Ob eine solche vorhanden ist, wird durch die Untersuchung nach verschiedenen

Richtungen, im vorliegenden Falle z. B. nach denjenigen der Axen zu erkennen sein.

Wollte man derartige Versuche an einem Rotationsellipsoide anstellen, dann müssten diejenigen Schleifen, die für eine Richtung senkrecht zur Rotationsaxe verwendet werden sollen, eine elliptische Gestalt erhalten. Nun ist aber bereits die Herstellung brauchbarer kreisförmiger Schleifen keine ganz einfache Sache (s. w. u.), und dieses gilt somit in noch höherem Maasse für die elliptische Gestalt. Es empfiehlt sich daher unter diesen Umständen als Versuchsobject Kugeln zu verwenden. Dieses ist in der That bei den hier zu beschreibenden Versuchen der Fall gewesen.

Da thatsächlich der in der Luft in unmittelbarer Nähe der Kugeloberfläche vorhandene Inductionsfluss zur Messung gelangt, so wird, wenn dieser merklich den der Schleifenfläche entsprechenden Inductionsfluss im Eisen darstellen soll, ein inniges Anliegen des isolirten Schleifendrahtes an der Kugeloberfläche, sowie ein möglichst geringer Durchmesser des Drahtes verglichen mit demjenigen der Kugel gefordert werden müssen. In Rücksicht auf derartige Erwägungen, zu denen noch die Forderung eines genügend homogenen Magnetfeldes kommt, sind die Querschnitte des Schleifendrahtes, die Durchmesser der Eisenkugeln und die Dimensionen der Magnetisirungsspule bemessen worden.

Versuchsanordnung und Apparate.

Die zu den Versuchen benutzten Apparate sind Eigenthum theils des electrotechnischen, theils des physikalischen Instituts der hiesigen Hochschule. Dieselben waren mit freundlicher Erlaubniss des Hrn. Geh. Regierungsrath Dr. Wüllner im physikalischen Laboratorium aufgestellt.

Die Versuchsanordnung im ganzen ist aus Fig. 2 zu ersehen. Die Pole einer Accumulatorenatterie AA sind mit einem Quecksilbercommutator C_1 verbunden, durch welchen der Strom in der übrigen Leitung umgekehrt und unterbrochen werden kann. In die Leitung sind Regulirwiderstände R eingeschaltet, um den Strom auf die gewünschte Stärke bringen zu können. Ferner enthält die Leitung einen Präcisions-

widerstand W aus Manganin ¹⁾ im Petroleumbade, von dem das Torsionsgalvanometer TG mit Vorschaltwiderstand w_v abgezweigt ist. Das Torsionsgalvanometer war graduirt und mittels eines compensirt gehaltenen Flemming'schen Normalelements geeicht. Der Widerstand der Abzweigungsdrähte ist bei der Berechnung der Stromstärke berücksichtigt worden. In die

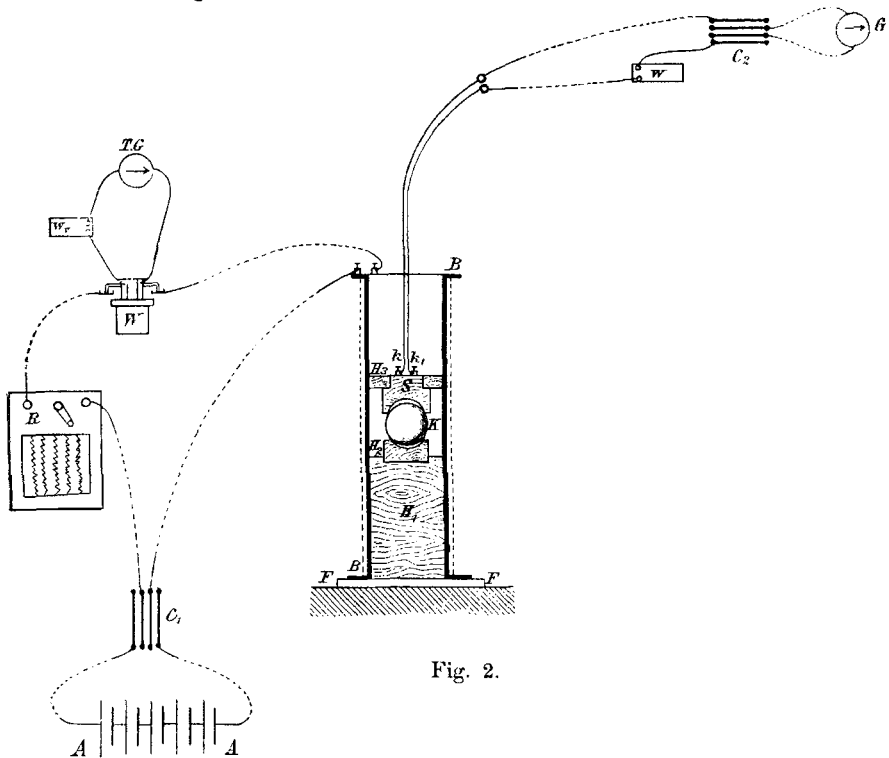


Fig. 2.

Leitung ist endlich die Magnetisirungsspule BB eingeschaltet. Die hölzerne mit BB fest verbundene Fussplatte FF dient der Spule als Unterlage.

In der Mitte derselben befindet sich die Eisenkugel K . Es ruht diese auf dem Rande einer auf der Drehbank hergestellten ungefähr kugelförmigen Vertiefung des Holzcyinders H_2 . Letzterer liegt in der flachcylindrischen Vertiefung des

1) Die Grösse desselben ist von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt bestimmt.

Holzcyllinders H_1 , der direct auf der Fussplatte FF aufgesetzt ist.

Auf der Kugel ruht der Schleifenklotz S , welcher wie H_2 eine kugelhähnliche Höhlung besitzt. In den Rand der letzteren ist die Drahtschleife eingelegt. Diese liegt direct auf der Oberfläche der Eisenkugel. Ueber den oberen, etwas verjüngten Theil von S ist ein Holzring H_3 gelegt, durch den die Centrirung des Schleifenklotzes in der Spule gesichert wird. Die Theile H_1 und H_3 sind mit Messingösen versehen, sodass sie bequem aus der Spule herausgehoben werden können.

In Fig. 3 ist der Schleifenklotz perspectivisch, in Fig. 4 ein Theil desselben im Durchschnitt dargestellt. Von den dicht zusammenliegenden Schleifenenden e und e_1 führen die unmittelbar nebeneinander liegenden Drahtfortsätze in schmalen

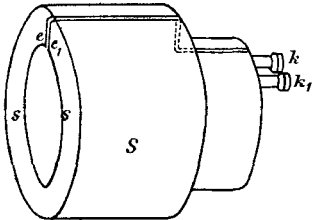


Fig. 3.

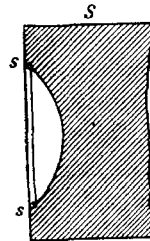


Fig. 4.



Fig. 5.

Nuten nach den Klemmschrauben k und k_1 . Aus Fig. 4 ist die Art und Weise zu ersehen, in welcher der Scheibendraht s in den mit feiner Rinne versehenen Rand der kugelhähnlichen Vertiefung eingelegt ist. Der Durchmesser des Drahtes ist dabei im Interesse der Deutlichkeit übertrieben gross dargestellt.

Das Befestigen des Schleifendrahtes in dem kreisförmigen Rande und den Längsnuten wurde mittels Leim vorgenommen. Diese Operation, namentlich die Befestigung in dem kreisförmigen Theile, war eine äusserst mühsame Arbeit, die wegen des oftmals sich wiederholenden Losspringens des Drahtes die volle Geduld des die Arbeit ausführenden in Anspruch nahm. Nach dem Trocknen sind die Schleifendrahte zweimal mit Firniss überstrichen worden.

Um bei jeder Versuchsreihe die Inductionswirkung der

Spule BB auf eine der Schleifen bei Abwesenheit der Eisenkugel zu beobachten, verwendete man die in Fig. 5 dargestellte Vorrichtung. Der Schleifenklotz S ruht dabei derartig auf dem cylindrischen Holzstück H_4 , dass die Schleife selbst zwischen S und H_4 frei liegt. Für die Beobachtung werden beide Theile in die Spule BB gesetzt, sodass nach Entfernung der Eisenkugel und der Unterlage H_2 (vgl. Fig. 2) der Theil H_4 an die Stelle von H_2 kommt. Die Höhe H_4 ist so bemessen, dass dabei die Schleife sich in der Spulenmitte befindet.

An die Klemmen k und k_1 des Schleifenklotzes ist die Secundärleitung angeschlossen. Dieselbe enthält das ballistische Spiegelgalvanometer G , einen Siemens'schen Nickelrheostaten w und einem Quecksilbercommutator C_2 . Die Construction des Spiegelgalvanometers ist die von den Hrn. H. E. J. G. du Bois und Rubens¹⁾ angegeben. Dasselbe befand sich in einem genügend grossen Abstände von der Spule, sodass Fernwirkungen der letzteren, sowie der Eisenkugel ausgeschlossen waren.

Um dem Einflusse der Temperatur auf die bei der Messung in Frage kommenden Widerstände Rechnung tragen zu können, befanden sich je ein Thermometer im Widerstandskasten w , sowie in der Nähe von G und TG .

Besondere Aufmerksamkeit ist darauf verwendet, störende Inductionswirkungen auf die Leitungsdrähte in der Nähe der Klemmschrauben kk_1 , wo die Drähte etwas auseinander geführt werden müssen, zu vermeiden. Sowohl die Enden des Schleifendrahtes, die an k und k_1 angeschlossen sind, als auch die Enden, welche die Leitung zum Spiegelgalvanometer vermitteln, sind in der Nähe von k und k_1 thunlichst so geführt, dass sie dem Inductionsflusse keine Durchgangsfläche darbieten. Das gleiche gilt auch von den übrigen Theilen der Secundärleitung. Die Drähte derselben laufen in der Nähe der Spule BB dicht nebeneinander her.

Die Magnetisirungsspule.

Die Magnetisirungsspule ist auf einen Rahmen von 3 mm dickem Zinkblech gewickelt. Eine in dankenswerther Weise

1) H. E. J. G. du Bois u. H. Rubens, Wied. Ann. 48. p. 236. 1893.

von Hrn. Dr. Haase ausgeführte Analyse des Zinks ergab einen Eisengehalt von 0,017 Proc. Danach wären im ganzen Spulenrahmen etwa 2 g Eisen vertheilt, eine Menge die auf das Endergebniss schwerlich von nennenswerthem Einfluss sein dürfte.

Die Spulenwicklung ist aus 3 mm dickem mit gewachster Baumwolle doppelt umsponnenem Kupferdraht hergestellt. Der äussere Durchmesser des Zinkcylinders wurde an drei Stellen durch einen umgelegten Papierstreifen gemessen, ebenso der äussere Durchmesser der äusseren Windungslage. Die den Umfängen entsprechenden Längen bestimmte man mittels eines guten, in Millimeter getheilten Metallmaassstabes. Man fand auf diese Weise den Durchmesser für

den Zinkcylinder = 20,03 cm

die äussere Windungslage = 22,68

Die Wickelung enthält vier Lagen, welche in der Reihenfolge von innen nach aussen genommen 226, 225, 222 und 221, im ganzen also 894 Windungen besitzen. Die Länge der Windungsschicht beträgt 79,24 cm.

Aus den Windungszahlen und den Dimensionen der Spule ergibt sich, dass der Strom Eins ($\text{cm}^{1/2} \text{g}^{1/2} \text{sec}^{-1}$) in der Mitte der Spule ein Feld von 137,1 ($\text{cm}^{-1/2} \text{g}^{1/2} \text{sec}^{-1}$) Einheiten erzeugt.

Die Versuchsobjecte.

Zur Untersuchung gelangt sind zwei Kugeln. Die eine ist aus Schweisseisen, die andere aus Flusseisen hergestellt. Das Material verdanke ich dem freundlichen Entgegenkommen des Hrn. Kintzlé, Oberingenieur des Hüttenwerkes „Rothe Erde“ bei Aachen. Hr. Prof. Dr. Stahlschmidt hatte die Güte, die beiden Eisensorten in seinem Laboratorium auf ihre chemische Zusammensetzung untersuchen zu lassen. Die Analyse ergab

	für das Schweisseisen	das Flusseisen
Kohlenstoff	0,05 Proc.	0,090 Proc.
Phosphor	0,14	0,040
Silicium	0,10	0,004
Schwefel	0,02	0,040
Mangan	0,07	0,100
Eisen	99,62	99,726

Wie man sieht, sind die Verunreinigungen durch Phosphor und Silicium beim Flusseisen erheblich geringer als beim Schweisseisen. Es ist das eine Eigenschaft, welche das Flusseisen bekanntlich durch die Art seiner Herstellung erhält.

Die Bearbeitung der beiden Eisensorten lässt erkennen, dass das Flusseisen eine wesentlich gleichmässige Structur besitzt, während dagegen das Schweisseisen eine Menge kleiner Hohlräume enthält. Schon dieser Umstand allein schliesst eine Verwechselung der beiden gleich grossen Kugeln aus.

Beide Kugeln sind vor der Untersuchung ihres magnetischen Verhaltens ausgeglüht.

Die Durchmesser der Kugeln sind mittels eines stählernen Schiebmaasses mit Nonius nach verschiedenen Richtungen hin gemessen. Ihre Unterschiede liefern ein Maass für die Abweichung der Versuchskörper von der Kugelgestalt. Die Richtung im Eisen, welche der Längsrichtung der ursprünglichen Stange entspricht, aus der zunächst die rohen Stücke ausgeschnitten sind, möge als „die Richtung der Fasern“ bezeichnet werden. Die Beobachtung, welche an den ausgeglühten Kugeln vorgenommen wurde, ergab folgende Durchmesser:

	Schweisseisenkugel	Flusseisenkugel
Parallel zu den Fasern	9,55 cm	9,53 cm
Senkrecht zu den Fasern	9,52	9,54
nach drei verschiedenen	9,53	9,54
Richtungen	9,54	9,54

Die erhaltenen Zahlen zeigen bei der Schweisseisenkugel eine grösste Abweichung von etwa 0,3 Proc.

Die Drahtschleifen.

Bei den Beobachtungen sind sechs Drahtschleifen von rund 2—9 cm Durchmesser verwendet. Der Draht, aus denen sie hergestellt wurden, besitzt, blank gemessen, einen Durchmesser von 0,23 mm. Die Schleifen sind in der Reihenfolge zunehmender Grösse mit I, II . . . VI bezeichnet. Ihre Durchmesser wurden mittels einer als Comparator eingerichteten Theilmachine gemessen, deren Trommeltheile 0,01 mm entsprechen. Die Einstellung des Mikroskops erfolgte für jeden Durchmesser auf die beiden äusseren und inneren Grenzen

der Drahtbespinnung. Bei jeder Schleife wurde die Messung an drei verschiedenen Durchmessern vorgenommen. Es ergaben sich so folgende Werthe für die mittleren Durchmesser D . Die Zahlen unter q entsprechen den von den Schleifen umschlossenen Flächen.

Schleife	D	δ	q
I	1,957 cm	– 0,033 cm	3,007 cm ²
II	2,975	– 0,035	6,953
III	4,439	+ 0,028	15,473
IV	5,925	– 0,023	27,570
V	7,396	± 0,013	42,961
VI	8,888	– 0,033	62,043

Unter δ ist für jede Schleife die grösste Abweichung eines beobachteten Werthes gegenüber dem Mittelwerthe D angegeben. Die Differenzen erreichen den nicht wünschenswerthen Betrag von 0,3 mm. Das Vorhandensein desselben findet seine Erklärung in der grossen Schwierigkeit, welche mit der Herstellung der Schleifen verbunden ist. Diese machte sich bei den kleinsten Schleifen am meisten bemerkbar. Sie sind infolge dessen am unvollkommensten ausgefallen.

Jede Schleife wurde besonders auf festes Anliegen an einer der Eisenkugeln untersucht. Bei I und II fand sich, dass dieses weniger sicher als bei den übrigen Schleifen war. Dieser Umstand, der sich bei I und II auch in den Werthen von δ kundgiebt, wird bei der Beurtheilung der Zuverlässigkeit, welche die für die Induction und die Magnetisirung mittels I und II gewonnenen Zahlen darbieten, zu berücksichtigen sein.

Der Widerstand der Secundärleitung.

Da der Widerstand der Secundärleitung, um einen ballistischen Ausschlag von passender Grösse zu erhalten, geändert wurde, auch der Temperatureinfluss auf denselben zu den verschiedenen Zeiten nicht der nämliche war, so musste eine Widerstandsmessung an der Secundärleitung vorgenommen werden. Der Gesamtwiderstand derselben setzt sich zusammen aus dem Widerstande des Spiegelgalvanometers, des Rheostaten, der Verbindungsdrähte und der Schleife.

Der Widerstand des Rheostaten (Nickelin) ist gegeben. Es handelt sich somit um die Messung der Summe der drei

übrigen Widerstände. Zu dem Zweck wurde die grösste Schleife VI mit der übrigen Secundärleitung verbunden in die Magnetisirungsspule bei Abwesenheit der Eisenkugel eingesetzt und am Spiegelgalvanometer der beim Umlegen von C_1 (vgl. Fig. 2) eintretende ballistische Ausschlag auf den Scalentheil n_1 beobachtet. Ein Umlegen im entgegengesetzten Sinne ergibt den Scalentheil n_2 . Es stellt dann $n = \pm (n_1 - n_2)$ den doppelten ballistischen Ausschlag dar. Letzterer ist in der Rechnung verwendet. Derselbe wurde erhalten als Mittel aus vier Zahlen, welche dem viermaligen Umlegen von C_1 im einen und anderen Sinne sowie den beiden Stellungen des Commutators C_2 entsprechen. Für die Stromstärke 1,054 Amp. fand man für den

Rheostatenwiderstand	0 Ohm	$n = 101,7$
„	5 Ohm	$n = 57,3$

Die Thermometerablesungen ergaben für die Widerstandsmessung die Temperatur

des Spiegelgalvanometers	zu	25,5°
der Schleife	„	25,5°
im Widerstandskasten	„	25,3°

Bei Berücksichtigung der Temperatur im Widerstandskasten ist für die zweite Beobachtung statt 5 Ohm der corrigirte Werth 5,012 zu setzen. Aus den Beobachtungen berechnet sich alsdann der Widerstand der Secundärleitung einschliesslich desjenigen von Schleife VI zu 6,484 Ohm.

Da der Temperatureinfluss auf die einzelnen Theile der Secundärleitung, die sich in verschiedenen Räumen befanden, nicht immer derselbe ist, so müssten, um diesen Einfluss berücksichtigen zu können, die Widerstände der einzelnen Theile bekannt sein. Hierzu genügt aber eine Theilung des Widerstandes, Galvanometer plus Verbindungsdrähte, in genähert richtigem Verhältnisse.

Eine besondere Messung des Widerstandes von Schleife VI mittels der Methode von Matthiessen und Hockin ergab für diese 0,163 Ohm bei 25,2°. Da für letztere Temperatur unbedenklich 25,5° angenommen werden darf, so entfallen auf Leitung und Galvanometer $6,484 - 0,163 = 6,321$ Ohm bei 25,5°. Von diesen sind, um einen Anhalt für die Vertheilung der

Temperaturcorrectionen für die Widerstände zu haben, 1,002 Ohm auf die Verbindungsdrähte, 5,319 auf das Spiegelgalvanometer gerechnet.

Wie man zu dieser Eintheilung gelangt ist, mag übergangen werden, da sie nur genähert richtig zu sein braucht. Es sei in dieser Hinsicht nur noch Folgendes bemerkt. Am Spiegelgalvanometer waren die vier Spulen parallel geschaltet. Dem würde, da für jede Spule 20 Ohm nach den Angaben der Hrn. H. E. J. G. du Bois und Rubens¹⁾ vorgesehen sind, ein Galvanometerwiderstand von 5 Ohm entsprechen. Für die Verbindungsdrähte berechnet sich aus deren Gesamtlänge von 38,3 m und dem Durchmesser von 1 mm der Widerstand zu 0,883 Ohm bei 25,5°.

Der Umstand, dass die Widerstände der einzelnen Schleifen verschieden sind, ist bei der Berechnung der Endresultate (vgl. w. u.) berücksichtigt. Aus den gemessenen Längen der einzelnen Schleifendrähte und dem gemessenen Widerstande von VI ergibt sich bei 25,2° für

Schleife I	0,121 Ohm
II	0,125
III	0,135
IV	0,144
V	0,152
VI	0,163 (direct gem.)

Die Messung des Inductionsflusses für verschiedene Kugelschnitte.

Die Messungen sind mittels der p. 753 u. f. beschriebenen Versuchsanordnung angestellt. Zur Verwendung gelangten Ströme von ca. 4, 2 und 0,6 Amp. Die Beobachtungen sind für zwei Stellungen der Versuchskugeln durchgeführt. In der einen war die Faserrichtung der Spulenaxe parallel, in der anderen senkrecht dazu. Bei Gelegenheit jeder auf einen halben Tag entfallenden Beobachtungsreihe ist auch die Inductionswirkung der Spule auf die grösste Schleife VI bei Abwesenheit der Eisenkugel ermittelt. Die ballistischen Ausschläge des Spiegelgalvanometers wurden, wie oben bereits erwähnt ist, für eine bestimmte Stellung des secundären Commutators C_2 unter vier-

1) l. c. p. 241.

maligem Umlegen des primären Commutators C_1 ermittelt, worauf die Beobachtung bei umgelegtem Commutator C_2 wiederholt wurde. Im Folgenden mögen $L_1 R_1$ die beiden Stellungen des primären, $L_2 R_2$ diejenigen des secundären Commutators bezeichnen. Beispielsweise ergaben sich folgende Scalentheile bei Verwendung von Schleife V auf der Schweisseisenkugel für einen Strom von 4,129 Amp.

Umlegen auf	L_1	R_1
Stellung		L_2
	198,0	311,0
		311,0
	198,5	
Stellung		R_2
	312,0	199,5
		200,0
	311,5	

Aus den Zahlen lassen sich vier voneinander unabhängige Werthe für die doppelten Ausschläge ableiten. Im Mittel erhält man

$$\begin{array}{r} \text{für } L_2 \quad 112,75 \\ \quad \quad R_2 \quad 112,00 \\ \hline \text{Gesamtmittel } n = 112,4 \end{array}$$

Die so abgeleiteten Werthe von n sind in der unten folgenden Tab. I in der dritten Columnne angeführt. In der ersten Columnne ist die benutzte Schleife angegeben. Die Bezeichnung VI_0 bedeutet, dass der betreffende Versuch mit Schleife VI bei Abwesenheit der Eisenkugel angestellt wurde. In derselben Horizontalreihe mit VI_0 ist in der letzten Columnne unter c eine Zahl angegeben, deren Bedeutung sich aus den Entwicklungen weiter unten ergibt. Die zweite Columnne enthält die Stromstärke in Dekampère, die vierte den jeweiligen Widerstand der gesammten Secundärleitung unter Berücksichtigung der Correction wegen des Temperatureinflusses. Die Werthe von n , die beim schwächsten Strome von ca. 0,058 Dekamp. mit Schleife I gefunden wurden, sind nur in einem Falle mitgetheilt. Man unterliess bei den späteren Versuchen die Beobachtung wegen der geringen Grösse des ballistischen Ausschlages.

Tabelle I.

	Schleife	$J(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1})$	n	$w(\text{Ohm})$	c
Schweisseisenkugel. Faserrichtung parallel zur Spulenaxe.	VI ₀	0,4197	97,2	26,46	1,388
	VI	0,4163	133,0	56,52	
	VI	0,2064	64,8	56,52	
	V	0,4121	110,5	46,49	
	V	0,2054	54,7	46,49	
	IV	0,4114	103,7	31,45	
	IV	0,2054	51,7	31,45	
	III	0,4121	86,6	21,42	1,386
	III	0,2054	43,2	21,42	
	II	0,4099	74,9	11,39	
	II	0,2049	37,8	11,39	
	I	0,4094	57,0	6,38	
	I	0,2049	28,3	6,38	
	VI ₀	0,4082	94,7	26,46	
Schweisseisenkugel. Faserrichtung senkrecht zur Spulenaxe.	I	0,4044	57,5	6,41	1,370
	I	0,2054	28,4	6,41	
	VI	0,4001	128,0	56,57	
	VI	0,2054	65,1	56,57	
	VI ₀	0,4005	93,9	26,50	
	VI ₀	0,4152	96,5	26,53	1,380
	V	0,4009	112,4	46,57	
	V	0,2055	55,1	46,57	
	IV	0,4122	105,4	31,53	
	IV	0,2055	52,5	31,53	
	III	0,4108	88,0	21,49	
	III	0,2055	43,5	21,49	
	II	0,4101	75,6	11,46	
	II	0,2052	37,2	11,46	
Flusseisenkugel. Faserrichtung parallel zur Spulenaxe.	VI ₀	0,4124	96,1	26,47	1,379
	VI	0,4101	129,9	56,53	
	VI	0,2048	64,7	56,53	
	V	0,4093	110,2	46,50	
	V	0,2048	54,5	46,50	
	IV	0,4091	105,9	31,46	1,400
	IV	0,2045	52,1	31,46	
	III	0,4085	86,5	21,43	
	III	0,2048	42,9	21,43	
	II	0,4097	76,1	11,52	
	II	0,2042	37,2	11,52	
	I	0,4090	54,4	6,37	
	I	0,2037	25,6	6,37	
	VI ₀	0,4048	93,0	26,45	
Flusseisenkugel. Faserrichtung senkrecht zur Spulenaxe.	VI ₀	0,4233	98,2	26,46	1,385
	VI	0,4202	133,2	56,52	
	VI	0,2078	65,7	56,52	
	V	0,4164	111,1	46,49	
	V	0,2065	55,0	46,49	

	Schleife	$J(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1})$	n	w (Ohm)	c
	IV	0,4121	106,1	31,49	
	IV	0,2054	52,4	31,49	
	III	0,4106	88,0	21,46	
	III	0,2049	43,6	21,46	
	II	0,4099	76,2	11,43	
	II	0,2044	38,1	11,43	
	I	0,4082	58,1	6,41	
	I	0,2044	28,9	6,41	
	VI ₀	0,4074	95,9	26,49	1,365
Schweisseisenkugel. Faserrichtung par- allel zur Spulenaxe.	VI ₀	0,4095	152,0	26,48	0,866
	VI	0,05811	101,4	16,46	
	V	0,05803	70,4	16,45	
	IV	0,05799	117,7	6,42	
	III	0,05797	66,5	6,41	
	II	0,05793	30,9	6,40	
	I	0,05791	13,2	6,39	
Schweisseisenkugel. Faserrichtung senk- recht zur Spulenaxe.	II	0,05779	30,4	6,45	0,860
	III	0,05759	65,2	6,46	
	IV	0,05765	115,5	6,47	
	V	0,05761	70,5	16,50	
	VI	0,05765	100,4	16,51	
	VI ₀	0,4024	149,7	26,53	
Flusseisenkugel. Faserrichtung par- allel zur Spulenaxe.	VI	0,05759	100,9	16,51	0,858
	IV	0,05765	69,4	16,50	
	IV	0,05770	114,9	6,47	
	III	0,05770	64,3	6,46	
	II	0,05770	29,9	6,45	
Flusseisenkugel. Faserrichtung senk- recht zur Spulenaxe.	II	0,05815	30,8	6,41	0,858
	III	0,05797	65,8	6,42	
	IV	0,05792	116,9	6,43	
	V	0,05789	70,2	16,46	
	VI	0,05780	99,9	16,47	
	VI ₀	0,4007	150,0	26,49	

Bezeichnet n_0 den ballistischen (doppelten) Ausschlag bei Abwesenheit der Eisenkugel, \mathfrak{H}_e ($\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}$) die Intensität des Spulenfeldes, q_{VI} (cm^2) die von Schleife VI umschlossene Windungsfläche, dann kann der dem einfachen Öffnen oder Schliessen des primären Stromes entsprechende Integralstrom ($\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2}$) gesetzt werden gleich

$$c \cdot n_0 = \frac{\mathfrak{H}_e \cdot q_{\text{VI}}}{w_0} = \frac{137,1 \times J(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}) \cdot q_{\text{VI}}}{w_0},$$

da nach p. 757

$$\mathfrak{H}_e = 137,1 \times J(\text{cm}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}).$$

Hieraus ergibt sich

$$c = \frac{137,1 \cdot J \cdot q_{\text{VI}}}{n_0 w_0}.$$

Bei der Berechnung der in Tab. I für c angegebenen Werthe ist w_0 in Ohm ausgedrückt zur Verwendung gelangt.

Es sei nun bei Untersuchung einer Eisenkugel irgend eine Schleife, z. B. I, verwendet. Bezeichnet \mathfrak{B}_I ($\text{cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}$) den Mittelwerth der Induction, q_I die von I umschlossene Fläche, n_I den beim doppelten Umkehren des Stromes erhaltenen Ausschlag und w_I in Ohm den Widerstand der Secundärleitung, dann ist der Werth des Integralstromes für einfaches Schliessen oder Oeffnen gleich

$$c \cdot n_I = \frac{\mathfrak{B}_I q_I}{w_I},$$

somit

$$\mathfrak{B}_I = c \cdot \frac{n_I w_I}{q_I}.$$

Ebenso wird

$$\mathfrak{B}_{\text{II}} = c \cdot \frac{n_{\text{II}} w_{\text{II}}}{q_{\text{II}}}$$

$$\mathfrak{B}_{\text{III}} = c \cdot \frac{n_{\text{III}} w_{\text{III}}}{q_{\text{III}}}$$

$$\mathfrak{B}_{\text{VI}} = c \cdot \frac{n_{\text{VI}} w_{\text{VI}}}{q_{\text{VI}}}.$$

In den Ausdrücken für $\mathfrak{B}_I, \mathfrak{B}_{\text{II}} \dots \mathfrak{B}_{\text{VI}}$ sind die Verhältnisse

$$\frac{w_I}{w_0}, \quad \frac{w_{\text{II}}}{w_0} \dots \frac{w_{\text{VI}}}{w_0}$$

als Factoren enthalten. Die Werthe der ersteren sind somit von der zu Grunde gelegten Widerstandseinheit unabhängig.

In Tab. II sind die so berechneten Mittelwerthe der Induction \mathfrak{B} in der vierten Verticalreihe angeführt. Die erste Columnne enthält die Angabe der benutzten Schleife, die zweite den Werth der Stromstärke in Dekampère, die dritte die Intensität des ursprünglichen Spulenfeldes. In der letzten Columnne sind die den einzelnen Beobachtungen entsprechenden

Werthe der Magnetisirung \mathfrak{S} angegeben. Die Berechnung erfolgte auf Grund der bekannten Formeln

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{H}_i + 4\pi \mathfrak{S},$$

$$\mathfrak{H}_i = \mathfrak{H}_e - \frac{4}{3}\pi \mathfrak{S},$$

in denen \mathfrak{H}_i die im Eisen vorhandene magnetische Kraft darstellt. Durch Elimination von \mathfrak{H}_i ergibt sich für die zahlenmässige Berechnung

$$\mathfrak{S} = \frac{3}{8\pi}(\mathfrak{B} - \mathfrak{H}_e).$$

Tabelle II.

	Schleife	J ($\text{cm}^{1/2}\text{g}^{1/2}\text{sec}^{-1}$)	\mathfrak{H}_e ($\text{cm}^{-1/2}\text{g}^{1/2}\text{sec}^{-1}$)	\mathfrak{B} ($\text{cm}^{-1/2}\text{g}^{1/2}\text{sec}^{-1}$)	\mathfrak{S} ($\text{cm}^{-1/2}\text{g}^{1/2}\text{sec}^{-1}$)
Schweisseisen- kugel. Faser- richtung parall. zur Spulenaxe.	VI	0,4168	57,16	168,2	13,26
		0,2064	28,31	81,96	6,404
		0,05811	7,970	23,28	1,827
	V	0,4121	56,51	166,0	13,07
		0,2054	28,17	82,18	6,448
		0,05803	7,959	23,32	1,834
	IV	0,4114	56,41	164,3	12,87
		0,2054	28,17	81,89	6,413
		0,05799	7,953	23,73	1,883
	III	0,4121	56,52	166,2	13,09
		0,2054	28,17	82,91	6,534
		0,05797	7,950	23,84	1,897
	II	0,4099	56,21	170,2	13,60
		0,2049	28,10	85,42	6,843
		0,05793	7,945	24,66	1,995
	I	0,4095	56,15	167,7	13,31
		0,2049	28,10	83,25	6,583
		0,05791	7,942	24,24	1,946
Schweisseisen- kugel. Faser- richtung senkr. zur Spulenaxe.	VI	0,4010	54,99	159,9	12,52
		0,2054	28,17	81,33	6,345
		0,5765	7,906	22,98	1,799
	V	0,4129	56,62	168,1	13,31
		0,2055	28,18	82,45	6,478
		0,05761	7,901	23,28	1,835
	IV	0,4122	56,52	166,3	13,10
		0,2055	28,19	82,84	6,539
		0,05765	7,906	23,30	1,837
	III	0,4103	56,34	168,7	13,41
		0,2055	28,19	83,38	6,588
		0,05759	7,898	23,41	1,951

	Schleife	J ($\text{cm}^{1/2} \text{g}^{1/2} \text{sec}^{-1}$)	\mathfrak{J}_e ($\text{cm}^{-1/2} \text{g}^{1/2} \text{sec}^{-1}$)	\mathfrak{B} ($\text{cm}^{-1/2} \text{g}^{1/2} \text{sec}^{-1}$)	\mathfrak{S} ($\text{cm}^{-1/2} \text{g}^{1/2} \text{sec}^{-1}$)
Flusseisen- kugel. Faser- richtung parall. zur Spulenaxe.	II	0,4101	56,24	172,0	13,82
		0,2052	28,14	84,72	6,753
		0,05779	7,925	24,23	1,947
	I	0,4044	55,46	168,0	13,44
		0,2054	28,17	82,88	6,530
	VI	0,4102	56,25	163,2	12,77
		0,2048	28,08	81,38	6,862
		0,05759	7,898	23,07	1,812
	V	0,4093	56,14	164,6	12,95
		0,2048	28,08	81,37	6,860
		0,05765	7,906	22,91	1,791
	IV	0,4091	56,11	166,6	13,19
		0,2045	28,04	82,04	6,445
		0,05770	7,914	23,16	1,820
	III	0,4085	56,03	165,2	13,04
		0,2048	28,08	81,90	6,423
		0,05770	7,914	23,08	1,811
	II	0,4097	56,19	176,6	14,38
		0,2042	28,01	86,44	6,975
		0,05770	7,914	23,87	1,905
	I	0,4090	56,09	161,4	12,58
		0,2037	27,93	76,04	5,742
Flusseisen- kugel. Faser- richtung senkr. zur Spulenaxe.	VI	0,4202	57,64	168,2	13,19
		0,2078	28,50	82,98	6,503
		0,05780	7,927	22,76	1,770
	V	0,4164	57,10	166,6	13,07
		0,2065	28,32	82,46	6,463
		0,05789	7,940	23,08	1,807
	IV	0,4121	56,52	165,4	12,10
		0,2054	28,17	81,62	6,380
		0,05792	7,943	23,38	1,843
	III	0,4106	56,31	166,5	13,16
		0,2049	28,10	82,55	6,499
		0,05797	7,951	24,43	1,848
	II	0,4099	56,21	171,0	13,70
		0,2044	28,03	85,49	6,859
		0,05815	7,974	24,38	1,958
	I	0,4082	55,98	169,1	13,50
		0,2044	28,03	83,99	6,680

Gelegentlich wurde untersucht, ob der magnetisierende Einfluss der erdmagnetischen Kraft einen merklichen Einfluss auf die für \mathfrak{B} und \mathfrak{S} sich ergebenden Zahlen ausübe. Zu dem

Zweck wurde die Magnetisirungsspule mit darin befindlicher Schweisseisenkugel geneigt, sodass die Spulenaxe nahezu in die Inclinationsrichtung fiel. Es ergab sich dabei unter Verwendung von Schleife V

Spulenaxe	J	n	\mathfrak{B}	\mathfrak{Z}
vertical	$\{ 0,2055$	55,1	82,45	6,478
geneigt	$\{ 0,2055$	55,4	83,02	6,545

Bei den beiden Parallelversuchen war die Faserrichtung senkrecht zur Spulenaxe. Die erhaltenen Zahlen sprechen, da die Unterschiede sich durch Beobachtungsfehler erklären lassen, wohl gegen das Vorhandensein eines merklichen derartigen Einflusses.

Schlussfolgerungen.

Ein Blick auf die Zahlen der Tab. II zeigt bereits, dass für genähert gleiche Werthe der Stromstärke auch diejenigen von \mathfrak{B} und \mathfrak{Z} , welche mit den verschiedenen Schleifen erhalten wurden, genähert gleich sind. Diese sowie die sonstigen Beziehungen, die sich aus Tab. II ableiten lassen, treten deutlicher zu Tage, wenn man aus den Zahlen der Tab. II solche für ganz gleiche Stromstärken berechnet. Dieses ist mittels linearer Interpolation geschehen. Die Ergebnisse der Rechnung sind in Tab. III zusammengestellt. Die Zahlen derselben beziehen sich auf die den beobachteten Strömen nahe liegenden Werthe $J = 0,4100$, $0,2050$, $0,05800$ bez. die Feldintensitäten $\mathfrak{Z}_e = 56,23$, $28,11$, $7,954$.

Tabelle III.

Schleife	$J = 0,4100$ $\mathfrak{Z}_e = 56,23$		$J = 0,2050$ $\mathfrak{Z}_e = 28,11$		$J = 0,05800$ $\mathfrak{Z}_e = 7,954$	
	\mathfrak{B}	\mathfrak{Z}	\mathfrak{B}	\mathfrak{Z}	\mathfrak{B}	\mathfrak{Z}

Schweisseisenkugel. Faserrichtung parallel zur Spulenaxe.

VI	165,4	13,03	81,38	6,359	23,23	1,824
V	165,2	13,00	82,03	6,436	23,31	1,833
IV	163,7	12,83	81,74	6,401	23,73	1,883
III	165,4	13,04	82,75	6,522	23,86	1,898
II	170,2	13,61	85,47	6,847	24,69	1,997
I	167,9	13,33	83,30	6,587	24,28	1,949

Schleife	$J = 0,4100$ $\mathfrak{G}_e = 56,23$		$J = 0,2050$ $\mathfrak{G}_e = 28,11$		$J = 0,05800$ $\mathfrak{G}_e = 7,954$	
	\mathfrak{B}	\mathfrak{Z}	\mathfrak{B}	\mathfrak{Z}	\mathfrak{B}	\mathfrak{Z}

Schweisseisenkugel. Faserrichtung senkrecht zur Spulenaxe.

VI	163,4	12,80	81,16	6,331	23,12	1,810
V	166,9	13,21	82,24	6,461	23,43	1,847
IV	165,4	13,03	82,63	6,523	23,44	1,848
III	168,3	13,38	83,16	6,571	23,57	1,864
II	171,9	13,81	84,63	6,747	24,32	1,954
I	170,4	13,63	82,70	6,515		

Flusseisenkugel. Faserrichtung parallel zur Spulenaxe.

VI	163,2	12,76	81,47	6,369	23,24	1,824
V	164,9	12,97	81,46	6,368	23,05	1,802
IV	167,0	13,22	82,26	6,463	23,28	1,829
III	165,9	13,08	81,99	6,431	23,20	1,820
II	176,8	14,39	86,79	7,004	24,00	1,915
I	161,8	12,60	76,59	5,786		

Flusseisenkugel. Faserrichtung senkrecht zur Spulenaxe.

VI	164,1	12,87	81,85	6,415	22,84	1,776
V	164,1	12,87	81,87	6,416	23,12	1,810
IV	165,7	13,09	82,39	6,487	24,46	1,850
III	166,3	13,14	82,60	6,503	24,44	1,849
II	171,1	13,71	85,76	6,880	24,32	1,954
I	169,8	13,56	84,26	6,701		

Verfolgt man die Reihe der Werthe von \mathfrak{B} und \mathfrak{Z} für eine der Kugeln bei bestimmter Faserrichtung, so erkennt man, dass bei bestimmtem Felde die mittels der verschiedenen Schleifen erhaltenen Werthe so nahe miteinander übereinstimmen, als man nach den Versuchen etwa erwarten kann. Die grösseren Abweichungen, welche die mit den Schleifen I und II erhaltenen Zahlen aufweisen, sind wahrscheinlich wesentlich Folge der geringeren Vollkommenheit dieser Schleifen (vgl. oben p. 759).

Eine merkliche Beeinflussung der Werthe von \mathfrak{B} und \mathfrak{Z} durch die Verschiedenheit der Faserrichtung gegen die Spulenaxe oder infolge der Materialverschiedenheit ist aus den erhaltenen Zahlen nicht zu ersehen. Die einander entsprechenden Werthreihen unter \mathfrak{B} und \mathfrak{Z} erweisen sich für Schweiss- und Flusseisen als im ganzen übereinstimmend, mag die Faserrichtung der Spulenaxe parallel oder senkrecht zu derselben sein. Man erkennt das noch deutlicher an den folgenden

Zahlen, welche die Mittelwerthe von \mathfrak{B} und \mathfrak{S} darstellen. Die unter Anwendung der Schleifen I und II erhaltenen Werthe wurden, da sie als weniger sicher anzusehen sind, bei der Berechnung der Mittel nicht verwendet.

	$J = 0,4100$ $\mathfrak{S}_e = 56,23$		$J = 0,2050$ $\mathfrak{S}_e = 28,11$		$J = 0,05800$ $\mathfrak{S}_e = 7,954$	
	\mathfrak{B}	\mathfrak{S}	\mathfrak{B}	\mathfrak{S}	\mathfrak{B}	\mathfrak{S}
Schweisseisenkugel.						
Faser parallel zur Spulenaxe	164,9	12,98	81,98	6,429	23,53	1,859
Faser senkrecht zur Spulenaxe	166,0	13,11	82,30	6,471	23,39	1,843
Flusseisenkugel.						
Faser parallel zur Spulenaxe	165,2	13,01	81,55	6,408	23,19	1,819
Faser senkrecht zur Spulenaxe	165,0	12,99	82,18	6,455	23,71	1,821

Unter Berücksichtigung der Versuchsfehler zeigen die im Vorstehenden mitgetheilten Ergebnisse, *dass bei einer im homogenen Felde befindlichen Kugel aus weichem Eisen der Eintritt der Inductionslinien aus der Luft in das Eisen in Uebereinstimmung mit der Theorie einer homogenen Magnetisirung der Kugel entsprechend erfolgt.*

Aus dem Umstande, dass bei Schweiss- und Flusseisen bei gleichem Felde auch die Werthe von \mathfrak{B} und \mathfrak{S} nahezu gleich sind, ist nicht ohne weiteres zu schliessen, dass sich beide Eisensorten magnetisch gleich verhalten. Denn es besteht bei der Kugel zwischen \mathfrak{B} , \mathfrak{S}_e und der Permeabilität μ die Beziehung

$$\mu = \frac{2 \mathfrak{B}}{3 \mathfrak{S}_e - \mathfrak{B}}.$$

Da aber $3 \mathfrak{S}_e$ nur um ein geringes grösser als \mathfrak{B} ist, so wird der Werth des Nenners, der zugleich die doppelte in Eisen vorhandene magnetische Kraft darstellt, durch kleine Aenderungen von \mathfrak{B} sehr erheblich beeinflusst. Eine Berechnung von μ aus den Versuchen würde demnach zu wenig sicheren Ergebnissen führen.¹⁾

Für das Verhältniss $\mathfrak{B}/\mathfrak{S}_e$ zwischen der Induction und der Intensität des ursprünglichen Spulenfeldes ergeben sich aus den Mittelzahlen der Tab. III (vgl. p. 768 u. 769) folgende Werthe.

1) Vgl. auch Ewing, *Magnetische Induction in Eisen und verwandten Metallen*. Deutsch von Holborn u. Lindeck. p. 29. 1892.

Werthe von $\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{H}_e}$

\mathfrak{H}_e	Schweisseisenkugel		Flusseisenkugel	
	Faser		Faser	
	parallel Spulenaxe	senkrecht Spulenaxe	parallel Spulenaxe	senkrecht Spulenaxe
56,23	2,933	2,952	2,938	2,935
28,11	2,916	2,927	2,901	2,923
7,954	2,958	2,940	2,916	2,981

Da für die Kugel

$$\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{H}_e} = \frac{3\mu}{\mu + 2}$$

und für geringe Sättigungsgrade μ gegen 2 gross ist, so muss das genannte Verhältniss nahezu gleich 3 sein. Dem entsprechen in der That die Zahlen der letzten Tabelle.

Aus Tab. III sind ferner die Werthe des Verhältnisses der Magnetisirung zur Intensität des Spulenfeldes gleich $\mathfrak{J}/\mathfrak{H}_e$ berechnet. Es ergeben sich dafür folgende Zahlen.

Werthe von $\frac{\mathfrak{J}}{\mathfrak{H}_e}$

\mathfrak{H}_e	Schweisseisenkugel		Flusseisenkugel	
	Faser		Faser	
	parallel Spulenaxe	senkrecht Spulenaxe	parallel Spulenaxe	senkrecht Spulenaxe
56,23	0,2308	0,2331	0,2314	0,2311
28,11	0,2287	0,2302	0,2279	0,2296
7,954	0,2338	0,2316	0,2287	0,2290
Mittelw. =	0,2311	0,2316	0,2293	0,2299

Hiernach ist $\mathfrak{J}/\mathfrak{H}_e$ innerhalb der Versuchsgrenzen für beide Kugeln nahezu constant. Als Gesamtmittel erhält man für die

Schweisseisenkugel 0,2314
Flusseisenkugel 0,2296

Das Verhältniss $\mathfrak{J}/\mathfrak{H}_e$ ist bereits früher von Hrn. Riecke¹⁾ auf Grund von Versuchen, die von ihm selbst, ferner von v. Quintus Icilius, Oberbeck und Stoletow angestellt wurden, berechnet. Riecke nennt die Grösse $\mathfrak{J}/\mathfrak{H}_e$ die Magnetisirungsfunktion der Einheitskugel und bezeichnet dieselbe

1) Riecke, Pogg. Ann. **149**. p. 433. 1873.

mit dem Buchstaben p . Derselbe findet¹⁾, dass p für Werthe der magnetisirenden Kraft von $0,8 \text{ (cm}^{-1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1})$ bis 4000 bis auf 1 Proc. als constant zu betrachten ist für sämtliche Eisensorten, für welche die Berechnung von ihm durchgeführt ist. Im Mittel erhält Riecke für p den Werth 0,2372.

Später hat Hr. Fromme²⁾ die nämliche Grösse zu 0,24163 für magnetisirende Kräfte von 20,8—51,2 bestimmt.

Es sind das Ergebnisse, welche sich mit dem von mir gefundenen in sehr naher Uebereinstimmung befinden.³⁾

Auf die Frage nach der Magnetisirung einer Eisenkugel im homogenen Felde gibt die Theorie bestimmte Antwort, und diese ist mit den Versuchsergebnissen in Uebereinstimmung. Für einen Cylinder von endlicher Länge ist die Antwort keine bestimmte. Bei Gelegenheit früherer Versuche⁴⁾ bin ich zu der Schlussfolgerung gelangt, dass unter gewissen Verhältnissen die Vertheilung der Magnetisirung in Cylindern bei geringem Sättigungsgrade eine sehr ungleichmässige sein muss, derart, dass die peripherischen Theile erheblich stärker als die axialen magnetisirt sind. Einstweilen habe ich keine Veranlassung, diese Ansicht fallen zu lassen.

Ob bei Werthen der Intensität des ursprünglichen Spulenfeldes, die noch geringer sind als die in Tab. II angeführten, die Magnetisirung der Kugel gleichfalls der Theorie entsprechend eine homogene bleibt, ist eine Frage, deren experimentelle Untersuchung auf dem hier eingeschlagenen Wege von Interesse sein dürfte.

Aachen, Januar 1896.

1) l. c. p. 470.

2) Fromme, Pogg. Ann. 152. p. 628—629. 1874.

3) Der Theorie nach ist, wenn κ die Susceptibilität bezeichnet,

$$\frac{\mathfrak{J}}{\mathfrak{H}_e} = \frac{\kappa}{1 + \frac{4}{3} \pi \kappa} = \frac{1}{\frac{1}{\kappa} + \frac{4}{3} \pi}.$$

Da $1/\kappa$ für nicht zu hohe magnetische Kräfte (\mathfrak{H}_i) klein gegen $\frac{4}{3} \pi$ ist, so muss nahezu

$$\frac{\mathfrak{J}}{\mathfrak{H}_e} = \frac{3}{4 \pi} = 0,2387$$

sein. Vgl. auch Fortschr. d. Phys. 28. p. 704—705. 1872.

4) Grotrian, Wied. Ann. 50. p. 705. 1893; 52. p. 735. 1894
54. p. 452. 1895.