sehr gut getheilten Kreis mit drei Nonien von 10 Secunden directer Ablesung.

Es dürfte aus diesen Bemerkungen wenigstens das hervorgehen, daß meine Magnetometer-Messungen einen ganz hinreichenden Grad von Genauigkeit besitzen, um als Basis für eine zuverlässliche Vergleichung dieser Messungsmethode mit der von Lloyd dienen zu können, wie sie unter *C* durchgeführt worden ist.

Vielleicht haben dieselben noch einen weitergehenden Nutzen durch Förderung einer gröfseren Genauigkeit der magnetischen Messungen. Damit würde ich den Hauptzweck der gegenwärtigen Studien erreicht haben.

Kalksburg im Frühjahr 1874.

**V. Die Magnetisirungsfuction einer Kugel aus weichem Eisen;
von Dr. Carl Fromme,**

Assistenten am physikalischen Institut in Göttingen.

(Der Königl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen mitgetheilt am
7. März 1874.)

Vorliegende Untersuchung verfolgte den Zweck der Bestimmung der Magnetisirungsfuction einer Kugel aus weichem Eisen, d. h. des durch eine magnetisirende Kraft Eins in einer Kugel von der Einheit des Volumens erzeugten magnetischen Moments und zwar erstens durch Beobachtungen an der Kugel, während alle früheren Bestimmungen am Rotationsellipsoid ausgeführt waren, zweitens durch Beobachtungen an sehr gestreckten Rotationsellipsoiden, cylindrischen Stäbchen, die durch Abschleifen eine möglichst ellipsoidische Form erhalten hatten, um den noch nicht bekannten Verlauf gegen die Gränze der Magnetisirbarkeit zu ermitteln.

Die magnetisirende Kraft war dargestellt durch eine vom galvanischen Strom durchflossene Spirale von Kupferdraht, welche alle Bedingungen der Constanz der magnetisirenden Kraft erfüllte. Die magnetischen Momente wurden aus der Ablenkung eines mit Fernrohr und Scale beobachteten magnetisirten Stahlspiegels berechnet. Der Einfluß der Magnetisirungsspirale auf den Spiegel war durch eine Compensationsspirale aufgehoben, dagegen wurde die geringe Induction der letzteren auf den zu prüfenden Eisenkörper immer durch besondere Rechnung ermittelt.

Es wurden vier Kugeln benutzt von folgendem Volumen und specifischem Gewicht:

I	36157 Cubikmm.	7,718
II	35344	7,739
III	14487	7,815
IV	13984	7,824

und es ergaben sich als Mittel aus allen Beobachtungen nachstehende Werthe der Function p und der zugehörigen magnetisirenden Kraft P .

I		II		III		IV	
p	P	p	P	p	P	p	P
0,23848	223,25	0,23854	212,17	0,24169	222,24	0,24329	323,77
0,23923	283,16	0,23944	282,2	0,24352	278,71		
				0,24416	351,17		
0,24144	420,55	0,24159	443,7	0,24445	447,53		

Hieraus lassen sich folgende Sätze ableiten.

Die Function p ist innerhalb des Bereichs der Beobachtungen für jede einzelne Kugel bis auf 1 Proc. constant. Dieß stimmt überein mit dem von Riecke (diese Annal. Bd. CXLIX, S. 470), aber für magnetisirende Kräfte zwischen 8 und 40000, aufgestellten Satze.

Dagegen ergibt sich ein Mittelwerth $p = 0,24163$ zwi-

schen den Gränzen $208 < P < 512$, während Riecke denselben für $8 < P < 40000$ auf $p = 0,2372$ bestimmt hatte.

Riecke hatte ferner aus den vorhandenen Beobachtungen auf eine Zunahme der Function zu einem Maximum mit wachsender magnetisirender Kraft geschlossen. Der Maximalwerth sollte $p = 0,2382$ seyn und zwischen $P = 20000$ und $P = 30000$ eintreten.

Eine Zunahme zeigt sich nun auch bei den Kugeln I, II und III, wenig ersichtlich dagegen bei IV, weshalb die schwankenden Werthe hier zu einem einzigen Mittelwerth vereinigt sind. Der Werth $p = 0,2382$ aber wird weit überschritten. Man bemerkt schliesslich, daß die einer Zunahme $\delta P = 1$ entsprechende Aenderung von p bei I und II noch in der Zunahme, bei III dagegen schon in der Abnahme begriffen ist, und man wird hieraus und in Berücksichtigung der kleineren Werthe von p bei I und II als bei III und IV folgern, daß bei ersteren Kugeln die Function noch weiter von ihrem Maximum entfernt ist, als bei III und IV, bei welch letzterer das Schwanken die Nähe des Maximums anzuzeigen scheint.

Erwägt man nun aber weiter, daß die Reihenfolge der Kugeln I, II, III, IV zugleich die Reihenfolge ihrer Volumina und ihrer specifischen Gewichte ist, so wird man leicht zu dem Schluß geführt, daß „die Magnetisirungsfunction p von dem Volumen oder von dem specifischen Gewicht der Kugel abhängt, in der Weise, daß sie ihr Maximum schneller bei kleinerem Volumen oder bei größerem specifischen Gewicht erreicht.

Zwischen dieser Alternative werden weitere Versuche entscheiden müssen. Ist jedoch auch die Frage aus den vorliegenden Beobachtungen nicht zu beantworten, so werden die erzielten Resultate doch hinreichend genügen, um die Anstellung der Beobachtungen an der Kugel zu rechtfertigen¹⁾.

1) Nachdem ich schon im März dieses Jahres vorliegende Abhandlung an Hrn. Prof. Poggendorff eingesandt hatte, wurde ich gegen Pfingsten durch die Notiz des Hrn. Stoletow im Februarheft dieser Annalen: „Ueber die Magnetisirungsfunction verschiedener Eisen-

Bei dem zweiten Theil der Untersuchung wurden Stäbe benutzt, in der Dicke zwischen 4 und 2^{mm}, in der Länge zwischen 78 und 220^{mm}, im specifischen Gewicht zwischen 7,67 und 7,61 schwankend. Die Stäbe waren verschiedenen Drähten entnommen, stammten auch nicht alle aus

Körper“ zu der Einsicht gebracht, daß meine Resultate mit den aus der Theorie zu ziehenden Folgerungen in offenbarem Widerspruch stehen.

Ich habe deshalb meine Versuche einer nochmaligen Prüfung unterworfen und, da ich hierbei auf keinerlei Anhaltspunkte kam, schließlichsch noch einige Controlversuche angestellt.

Zum besseren Verständniß wird es jedoch nöthig seyn, zu dem oben Gesagten noch zwei Bemerkungen nachzutragen:

Die Magnetisirungsspirale hatte 6 Windungslagen, von denen den gleichen Draht die Lagen 1, 2 und 3 — 4 — 5 und 6 — besaßen. Benutzt wurden die Combinationen 1 bis 3, 1 bis 4 und 1 bis 6. Die gegebenen Werthe von p sind nun die Mittel aus diesen drei Beobachtungsreihen. Dieselben sind jedoch in quantitativer Beziehung nicht äquivalent, vielmehr sind die aus der Benutzung von 1 bis 3 folgenden Werthe für dieselbe magnetisirende Kraft am kleinsten, die aus 1 bis 4 am größten, während die aus der letzten Combination folgenden wieder etwas kleiner sind. Da ich bis jetzt noch keine Erklärung für diese Abweichungen gefunden habe, so bin ich geneigt, irgend eine schlechte Isolirung in der Umspinnung der vierten Windungslage anzunehmen.

Der Halbmesser der Tangentenbussole konnte durch Vergleichung mit einer Bussole von bekanntem Radius — die Gründe sowie alle genaueren Angaben siehe in der Originalabhandlung, Göttingen bei Peppmüller — nicht mit genügender Genauigkeit bestimmt werden, es war deshalb der durch die directe Messung des Umfangs erhaltene Radius den Berechnungen zu Grunde gelegt.

Die Controlbeobachtungen nun wurden mit einer Bussole von genau bekanntem Radius angestellt. Sie ergaben unverändert:

- 1) Die aus der Benutzung der verschiedenen Windungslagen der Magnetisirungsspirale hervorgehenden Abweichungen,
- 2) die Verschiedenheit der Werthe von p bei den großen und kleinen Kugeln.

Dagegen zeigt sich, daß die Werthe von p alle bedeutend kleiner als früher ausfallen, so daß, wenn man nur die Versuche mit den Windungslagen 1 bis 3 beachtet, diese vielleicht nicht mehr mit der Theorie collidiren werden.

Die aus je zwei Beobachtungen abgeleiteten Mittelwerthe sind nämlich:

derselben Fabrik. Durch die starke Verminderung der Dicke neben möglichster Vergrößerung der Länge wurde die Constante der Ellipsoide, welche von der reciproken Excentricität σ abhängig und durch den Ausdruck

$$C = 4\pi\sigma(1 - \sigma^2) \left(\frac{1}{2} \lg \frac{\sigma+1}{\sigma-1} - \frac{1}{\sigma} \right)$$

definirt ist, bis auf 0,0045 herabgedrückt, wodurch eine bedeutende Steigerung der magnetisirenden Kraft herbeigeführt wurde. Ebenfalls zur Erzielung möglichst starker magnetisirender Kräfte war die Spirale besonders angefertigt und namentlich der benutzte Draht nach der auf dem Wege der Rechnung gefundenen Dicke passend gewählt worden. Soll die magnetisirende Kraft bei gegebener Windungsfläche der Spirale ein Maximum erreichen, so muß der Draht von der Dicke

$$J = \sqrt[3]{\frac{kLU}{\pi w}}$$

seyn, d. h. direct proportional den dritten Wurzeln aus dem specifischen Leitungswiderstand, der Länge und dem Umfang der Spirale, umgekehrt proportional den dritten Wurzeln aus der Zahl π und dem Widerstand der übrigen Leitung.

Die Beobachtungen ergaben nun Folgendes.

Die Neumann-Kirchhoff'sche Theorie, welche die magnetischen Momente verschieden gestreckter Rotationsellipsoide durch die Gröfse C verknüpft, findet ihre volle Bestätigung durch die Beobachtungen, bei denen die mag-

	P	p
I	171,7	0,2363
II	172,5	0,2355
III	172,7	0,2393
IV	172,6	0,2375.

Der Kugel III entsprechende Werth 0,2393 ist das Mittel aus 0,2384 und 0,2403, wovon aber sehr wahrscheinlich der letztere falsch ist. Bei dieser Annahme würde demnach keiner der Werthe das theoretische Maximum von 0,2387 erreichen oder überschreiten, wohl aber würden die beiden letzten, Kugel III und IV entsprechenden Werthe, demselben sehr nahe kommen.

netisirende Kraft den Werth 58000 nicht überschreitet. Von da an machen sich Abweichungen zwischen den verschiedenen Stäben zugehörigen Werthen von p bemerkbar, die aber zum großen Theil wohl in der Schwierigkeit der Beobachtung mit so starken Strömen ihre Erklärung finden.

Die Tafel giebt die Mittelwerthe von p aus sämmtlichen Stäben, dargestellt als Function der magnetisirenden Kraft P .

Das Maximum von p tritt schon vor $P=20000$, etwa bei 15000, ein und scheint schon bei $P=20000$ in eine Abnahme überzugehen. Der größte vorkommende Werth aber ist $p=0,23765$. Die höchste erreichte Kraft ist $P=68420$ mit dem zugehörigen $p=0,22384$. Dieselbe übersteigt um beiläufig 10000 die größten bis dahin erreichten Kräfte, und es scheint, als ob sie eben nicht weit von der mit den jetzigen Magnetisirungsmitteln überhaupt erreichbaren entfernt seyn wird. Als charakteristisch für die vorliegenden Beobachtungen, als das, wodurch sie sich von den früheren wesentlich unterscheiden, ist endlich hervorzuheben, daß die Function p sich in bedeutend engeren Gränzen bewegt. Während z. B. aus den Beobachtungen von v. Quintus Icilius ein Maximum von $p=0,2382$ folgt und für $P=58490$ ein $p=0,2203$, giebt Stab I einen größten vorkommenden Werth $p=0,2376$ und den $P=58490$

entsprechenden zu $p = 0,23236$. In dieser Hinsicht nähern sie sich den Beobachtungen Stoletow's, von denen sie sich in Bezug auf die absolute GröÙe der Werthe von p wieder mehr als von den übrigen entfernen.

Das umfangreiche Beobachtungsmaterial wurde weiter dazu benutzt, den Verlauf der magnetischen Momente der Volumeneinheit, also des Products $p \cdot P$, zu untersuchen, um namentlich über den wichtigen Punkt der Annäherung an das Maximum, sowie über den Werth desselben Aufschluß zu erhalten. Wurden die Producte $p \cdot P$ für gleichweit aus einander liegende P gebildet, so zeigte sich immer eine Zunahme der GröÙe des Products, aber eine regelmäßige Abnahme der ersten, eine Zunahme der zweiten Differenzen.

„Das magnetische Moment der Volumenheit nähert sich also asymptotisch einem Maximum“.

Wenn nun auch das Maximum selbst nicht erreicht wurde, so war es doch nicht schwer, aus den gegebenen Beobachtungen seinen Werth und seine Lage zu berechnen.

Es ergab sich der Maximalwerth, bezogen auf die Volumeneinheit

$$m = 16800,$$

bezogen auf die Gewichtseinheit

$$M = 2200,$$

eintretend bei der magnetisirenden Kraft $P = 85000$.

Mit diesem Werth stimmt nicht schlecht der von von Waltenhofen als Mittel aus neun Werthen, die von fünf verschiedenen Beobachtern nach den verschiedensten Methoden und mit den verschiedensten Stäben und Spiralen gefunden waren, (d. Ann. Bd. 137, S. 518) gegebene Werth

$$M = 2125,$$

wogegen der von Riecke vom Standpunkt der Moleculartheorie berechnete (s. vorher) :

$$m = n\mu = 14200$$

nach den vorliegenden Beobachtungen schon einer magne-

tisirenden Kraft $P = 62000$ entspricht und bei $P = 68000$ bereits um 900 überschritten ist.

Ich will schließlicb noch die Sätze angeben, welche ich aus der Beobachtung der remanenten Momente abgeleitet habe:

„Das remanente Moment eines Rotationsellipsoids aus weichem Eisen nimmt mit wachsender magnetisirender Kraft zuerst zu, erreicht ein Maximum, um sodann wieder abzunehmen. Die Gröfse des Maximums, sein Eintritt, sowie die Abnahme des Moments nach demselben stehen sämmtlich im umgekehrten Verhältniß zu der Constanten C , welche von der Excentricität abhängt und desto kleiner wird, je mehr diese wächst. Das Maximum des remanenten Moments ist bei sämmtlichen Stäben zu beobachten, es tritt überall vor dem des temporären ein“.

„Das Verhältniß des temporären Moments zum remanenten nimmt anfangs ab bis zu einem Minimum, dessen Eintritt mit dem Maximum des remanenten zusammenfällt, um sodann zuzunehmen. Die Gröfse des Verhältnisses ist umgekehrt proportional einer Function der Excentricität des Rotationsellipsoids“.

VI. *Apparat zur Demonstration der Eigenschaften von Dämpfen;* *von Dr. L. Bleekrode.*

Die höchst bedeutende Stellung, welche jetzt die mechanische Wärmetheorie bei dem physikalischen Unterricht einnimmt, läßt es sehr wünschenswerth erscheinen, ihre Ergebnisse so viel wie möglich in experimenteller Weise darstellen zu können.