

REVUE

AUS DEM INHALTE DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN ABTHEILUNG
DES

„ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESITŐ.“

(MEDICINISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE MITTHEILUNGEN).

ORGAN DER MEDIC. NATURWISS. SECTION DES SIEBENBÜRGISCHEN
MUSEUMVEREINS.

XIV. Band.

1889.

I. Heft.

ÜBER EINEN JAMIN'SCHEN BLÄTTERMAGNET UND EINEN MAGNETEISENSTEIN.

(Dazu Tafel I.)

Von Prof. Dr. Anton Abt.

(Siehe S. 1.)

Ich erlaube mir der geehrten Section zwei bemerkenswerthe Magnete des physikalischen Instituts der hiesigen Universitaet vorzuzeigen, einen Jamin'schen Blättermagnet und einen Magneteisenstein. Beide sind durch ihre relativ grosse Magnetkraft bemerkenswerth, der eine unter den Stahl-, der andere unter den natürlichen Magneten.

A) Blätter-Magnet.

Dieser, in der berühmten mechanischen Werkstätte von Breguet zu Paris angefertigte Magnet *NOS* (*Fig. 1.*) besteht aus 13 übereinander gelegten, 570 bis 680 Mm. langen, 40 Mm. breiten und 0.93 Mm. dicken hufeisenförmig gebogenen Stahllamellen, deren Enden mit einer zweckmässigen Armatur aus weichem Eisen versehen sind. Die zur Verdichtung der Kraftlinien dienenden, etwas hervortretenden Polflächen sind 40 Mm. lang, 7 Mm. breit und 8 Mm. von einander entfernt. Sein Gewicht ohne Anker (*H*) beträgt 3.15 Kgr., nach Abzug der Messingtheile nahezu 2.83 Kgr.

Zur genauen Bestimmung der Magnetkraft dient entweder das magnetische Moment oder der freie Magnetismus an den Polen. Die

Messung der einen oder der anderen dieser Grössen kann nach verschiedenen Methoden ausgeführt werden. Bei hufeisenförmigen Magneten, wo die Pole so nahe aneinander liegen, wie bei diesem Blätter-Magnet, ist keine dieser Methoden gut anwendbar, und man kann daher nur aus der Tragkraft derselben auf die Intensität des Magnetismus schliessen, obwohl die Tragkraft nicht als genaues Maass des Magnetismus betrachtet werden kann, und man bei der Ermittlung derselben oft verschiedene Resultate erhält, je nachdem wie die Trennung der Ankerfläche von den Polflächen stattfindet.

Bei der Bestimmung der Tragkraft dieses Blätter-Magnetes benützte ich eine in Centimetern getheilte, mit Einer Stahlaxe C (*Fig. 2*) versehene Eisenstange AB . Das ebenfalls aus gehärtetem Stahl bestehende Axenlager war an einem solidem Holzgestell befestigt. Der Magnet M wurde mit Hilfe einer mit einer scharfen Kante versehenen Aufhängevorrichtung am kürzerem Hebelarm aufgehängt und dessen Ankerhacken am Fussbrett des Gestells befestigt. Auf dem längeren Hebelarm befanden sich zwei Gewichte, ein kleineres p zur Equilibrirung des Magnets, und ein grösseres P , das allmähig von der Axe entfernt wurde, bis die Trennung des Ankers vom Magneten erfolgte. Um einen genaueren Werth für die Tragkraft zu erhalten wurde noch vor dem Abreissen des Ankers ein kleineres Laufgewicht auf dem längeren Hebelarm gebracht und dessen Entfernung von der Drehaxe allmähig vergrössert, bis das Abreissen stattfand. Oder es wurde in einer gewissen Entfernung ein Gefäss aufgehängt und in dasselbe ein continuirlicher schwacher Strahl Wasser oder Sand so lange hineingeleitet, bis der Anker abgerissen wurde. Aus den Verhältnissen der Hebelarme wurde das zum Abreissen nöthige Gewicht berechnet, welches die Tragkraft des Magnetes ist. Bei der am 3. Januar 1889 vorgenommenen ersten Messung fand ich die Tragkraft $T = 37$ Kgr. Am 19. Januar wurden bei vier Messungen folgende Werthe erhalten 34, 31·5, 31 und 30 Kgr. Am 22. Februar, also nach 34 Tagen, während welcher Zeit der Magnet mit 5 Kgr. belastet war, ergaben zwei neue nach einander angestellte Messungen eine Tragkraft von 42·5 respective 35 Kgr.

Wendet man auf diesen Magnet die Häcker-sche Formel $T = a \sqrt[3]{P^2}$ an, $P = 2·83$ Kgr. und $T = 42·5$ Kgr. setzend, so

findet man die Constante $a = 21.25$. Der Werth von a erreicht sogar die Grösse 23.65, wenn man nach der Fabriksangabe $T = 47.3$ Kgr. setzt. Bei den Häcker'schen Magneten war $a = 10.33$, bei den Elias'schen $a = 13.23$, bei den Logemann'schen 23.3.

Dieser kräftige Stahlmagnet ist im physikalischen Institut der hiesigen Universitaet auf einem Gestell (*Fig. 1.*) aufgehängt, dessen Aufhänge-Vorrichtung *FCK* gestattet, mit Hilfe der Schraube *C* und des Handgriffes *F* den Magnet sammt seiner Belastung allmählig zu heben, bis das getragene Gewicht frei schwebt.

Bei einem von Mechaniker Stöhrer bezogenen hufeisenförmigen, aus drei Lamellen bestehenden Stahlmagnet, dessen Lamellen 30 Mm. breit und 0.8 bis 0.9 Mm. dick sind, die Schenkellänge der mittleren Lamelle 19 Cm., und das ganze Gewicht 2.88 Kgr. beträgt, also dem Gewichte des Blätter-Magnets fast gleich ist, fand ich die Tragkraft nahezu 4 Kgr. Diese ist also bedeutend geringer als bei dem Jamin'schen Blättermagnet.

Zu diesem sehr günstigen Resultate gelangte Jamin durch eine Reihe höchst lehrreicher und wichtiger Experimental-Untersuchungen über Stärke und Vertheilung des Magnetismus. 1) Aus diesen ergab sich, dass bei sehr langen und dünnen Stahllamellen von verschiedener Dicke c und der Breite b der gesammte Magnetismus M der Lamelle dem Producte bc proportional ist, wie dies aus folgender Tabelle ersichtlich ist, welche die Resultate darstellt, die er bei 500 Mm. langen, 40 Mm. Breiten Lamellen aus gehärtetem Alleward-Stahl erhielt, als er dieselben mit 10 respective 20 Bunsen-Elementen magnetisirte.

c	1.00	0.83	0.72	0.49	0.35	0.17
M	18.00	15.00	13.00	8.82	5.90	3.00
$\frac{M}{bc}$	0.45	0.45	0.43	0.45	0.52	0.44
M	18.00	16.00	14.00	8.30	5.80	3.00
$\frac{M}{bc}$	0.45	0.48	0.46	0.44	0.45	0.44

Es nimmt also bei dünnen, hinreichend langen Lamellen der Gesammtmagnetismus der Dicke derselben proportional zu, woraus folgt, dass bei Erreichung des Sättigungsgrades auch die innere Masse gleichförmig magnetisirt ist.

1) Compt. rend. Bd. 81, pag. 11. 1875.

Auch bei Uebereinanderlagerung solcher Lamellen mit den gleichnamigen Polen über einander fand er diesen Satz bestätigt. Es ergab sich der Magnetismus des Systems gleich der algebraischen Summe der Magnetismen der einzelnen Lamellen. Es wurde der Magnetismus von fünf 500 Mm. langen, 38 Mm. breiten und 0.4 Mm. dicken Lamellen des benannten Stahls einzeln ermittelt und gefunden:

Nr.	1	2	3	4	5
	9.7	8.4	8.5	10.2	7.2

Dann wurden diese Lamellen zuerst mit den gleichnamigen Polen über einander gelegt, dann die letzte, endlich die zwei letzten umgekehrt und der Magnetismus dieser drei Systeme bestimmt: Die Messung ergab folgende Resultate:

	<i>M</i> beob.	<i>M</i> berech.
I. System	44	43.9
II. „	28.3	29.0
III. „	9.1	9.0

Die geringe Dicke der Lamellen wurde durch Abätzung in einer Säure erreicht.

Auf Grund dieser Erfahrungssätze liess Jamin seine Blätter-Stahlmagnete herstellen, die an magnetischer Kraft bei gleichem Gewichte die bisher erzeugten Stahlmagnete bedeutend übertreffen. Auch durch die zweckmässige Wahl der Gestalt und Lage der Polflächen wird die Tragkraft derselben bedeutend erhöht. Obwohl die Erfahrung, dass dickere Stahllamellen nur sehr schwer und annähernd bis zur Sättigung magnetisirt werden können, schon vor Jamin bekannt war, so hat doch er zuerst den erwähnten Satz erkannt und praktisch ausgenützt.

Zur weiteren Vergleichung bestimmte ich noch die Tragkraft eines kleinen Jouleschen Elektromagnetes von cylindrischer Gestalt mit ovalem Querschnitt, dessen grosser äusserer Durchmesser 4.5 Cm., und dessen kleiner äusserer Durchmesser 4 Cm. misst, während die Länge dieses hufeisenförmigen Elektromagnetes 11.5 Cm., seine Dicke 0.8 Cm., und das Gewicht des weichen Eisens 0.825 Kgr. beträgt. Die Länge der Polflächen ist 11.5 Cm., die Breite derselben 1 Cm. und die Entfernung der beiden Polflächen von einander 0.7 Cm. Die Anzahl der Drahtwindungen ist 34. Der dazu gehörige Anker hat eine Länge von 12.1 Cm., eine Breite von 2.5 Cm., eine Dicke von 0.85 Cm. und ein Gewicht von 217.3 Gr.

Die Magnetisirung geschah mittels Bunsen Elementen,¹⁾ deren Zahl ich immer um das doppelte vermehrte. Die Intensitaet des Stromes wurde mit einer Gaugin'schen Tangentenboussole²⁾, die Tragkraft mit der oben beschriebenen Hebelvorrichtung gemessen. Die erhaltenen Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Anzal der Elemente	Ablenkung α	Stromstärke J	Tragkraft T in Kgr.	$\frac{H}{J}$
1 <i>B</i>	23°	0·424	29·8	70·28
2 "	29°·9	0·574	50·5	87·97
4 "	37°·4	0·763	67·4	88·33
8 "	50°·3	1·193	112·0	93·88
16 "	54°·4	1·397	125·0	89·47

*B) Ein Magneteisenstein
von Moraviczka.*

Im Jahre 1865 erhielt ich aus dem reichhaltigen Magnetlager von Moraviczka durch die Güte meines Oheims, Bergverwalter Johann Abt einen werthvollen Magneteisenstein von so bedeutender magnetischer Kraft, dass ich es für lohnend erachtete, denselben eingehend zu untersuchen und die Ergebnisse der Untersuchung zu veröffentlichen.

Dieser Magneteisenstein (Fe_3O_4) hat eine ovale Gestalt (*Fig. 3.*) und ein Gewicht von 1·08 Kgr. und zwei scharf ausgesprochene entgegengesetzte, einander gegenüber liegende Pole, deren Lage mittels eines in einer Glaskugel eingeschlossenen Stück Eisendrahtes durch die Normalstellung leicht gefunden werden kann. Seine Dimensionen sind in der Richtung der Pole 6 cm. in den beiden darauf senkrechten Richtungen 8 Cm. respective 9 cm. Seine bedeutende Magnetkraft ist schon daraus ersichtlich, dass er in Eisenfeilich getaucht,

¹⁾ Die Zinkcylinder hatten eine Höhe von 18·3 Cm. und waren so weit, in die im Verhältnisse 1: 15 verdünnte Schwefelsäure eingetaucht, das 2 Cm. aus der Flüssigkeit herausragten.

²⁾ Die hiezu benützte Nadel, welche nur für Vorlesungsversuche bestimmt ist, hat eine geringe Empfindlichkeit, weshalb die Intensitaetsbestimmung nicht ganz genau ist.

davon eine bedeutende Menge an sich zieht, und dass er die Nadel einer Boussole schon aus grösserer Entfernung stark ablenkt.

Um die Tragkraft dieses natürlichen Magnets zu bestimmen, liess ich davon ein genaues Gypsmodell und nach diesem aus 4·9 Cm. breiten und 0·5 Cm. dicken Lamellen von weichem Eisen eine passende Armatur anfertigen, welche mittels vier Messingschrauben an den Magneteisenstein (*Fig. 3.*) angepresst werden kann. Der Abstand der Polflächen von einander betrug 3·16 Cm. Zur Schliessung des so armirten Magnets dient ein passender mit einem Hacken versehener Anker.

1. Eine im Jahre 1888 zu Ende Dezember vorgenommene Messung ergab eine Tragkraft von nahe 800 Gr. 1889 im Monate Februar also nach etwa zwei Monaten, während dem der Magneteisenstein ohne Armatur gewesen ist, fand Dr. Butorka aus mehreren Messungen seine Tragkraft zwischen 763 und 800 Gr.

2. Durch Vergrösserung der Polflächen und an einander Rücken derselben bis auf 3 Mm. wurde die Tragkraft bedeutend erhöht. Die nun ausgeführten Messungen ergaben eine Tragkraft von 933, 1043, 1053, 1089 bis 1099 Gr., also grösser als sein Gewicht (1080 Gr.)

3. Nach Ablauf von etwa einem Monat, während dem der Magneteisenstein an einem Anker von 7·4 Cm. Länge, 1·8 Cm. Breite, 0·5 Cm. Dicke und 52·84 Gr. Gewicht mit 400 Gr. belastet war, ergab eine neue Messung der Tragkraft das bedeutende Gewicht von 1410·8 Gr. Bei dieser Messung wurde die Vermehrung des Gewichts durch allmähliges Aufgiessen von Sand auf die aufgehängte Waagschale bewerkstelligt.

4. Die letzte Messung erfolgte nach weiteren 25 Tagen, während dem der Magnetstein mit demselben Anker geschlossen und mit 1000 Gr. belastet war. Diese Messung ergab die ganz bedeutende Tragkraft von 2730 Gr.

Ausser diesem werthvollen Exemplar untersuchte ich noch zehn Stücke aus demselben Eisenerzlager, welche mir durch die Gefälligkeit der Oberverwaltung des Reschitzaer Eisenwerks auf mein Ansuchen in generöser Weise zugestellt wurden. Jedes dieser Stücke zeigte eine geringe, jedoch ausgesprochene Polaritaet, die aber im Vergleich zu der des beschriebenen Magnetsteines als verschwindend klein bezeichnet werden kann.

Zu dieser vergleichenden Bestimmung benützte ich ein Spiegel-magnetometer; die Magneteisenerze wurden in einer Entfernung von 34.9 Cm. vom Magnetometer mit ihrer Längendimension auf den magnetischen Meridian senkrecht gerichtet und die Ablenkung des Magnetes mit Fernrohr und Skala¹⁾ beobachtet. Die beobachteten Ablenkungen betragen 1 bis 10 Skalentheile, während der beschriebene kräftige Magneteisenstein aus einer Entfernung vom 128.7 Cm., also aus einer 3.688-mal grösseren Entfernung eine Ablenkung von 44 Skalentheilen gab.

Ich habe einige dieser Eisenerze in eine passende Magnetisierungs-Spirale gelegt und durch letztere den Strom von ein und zwei Bunsen-Elementen geleitet. Die so untersuchten Eisenerze hatten bedeutenden permanenten Magnetismus angenommen, welcher bei der Untersuchung mit dem Magnetometer bedeutende Ausschläge gab.

Um die Coercitivkraft dieser Magneteisenerze bestimmen und mit jener des Stahles vergleichen zu können, liess ich aus zwei Exemplaren dieses Magnetits von verschiedener Struktur und Reinheit prismatische Stücke schneiden und aus Stahl gleich gestaltete Stücke modelliren. Die Resultate dieser Untersuchungen werde ich bei einer andern Gelegenheit der geehrten Section vorlegen.

¹⁾ Die Entfernung der Skala vom Spiegel betrug 128.7 Cm.