

REVUE  
ÜBER DEN INHALT  
DES  
ÉRTESITŐ.

SITZUNGSBERICHTE DER MEDICINISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN  
SECTION DES SIEBENBÜRGISCHEN MUSEUMVEREINS.

I. NATURWISSENSCHAFTLICHE ABTHEILUNG.

---

*XV. Band.*

*1893.*

*II. Heft.*

---

MAGNETISCHES VERHALTEN DES MORAVICZAER MAGNETITS  
UND DES STAHLS BEI STARKEN MAGNETISIRENDEN KRÄF-  
TEN, UND DEREN MAGNETISCHE MOMENTE IM ABSOLUTEM  
MAASSE.

*Von Dr. Anton Abt Univ. Prof.*

In der Aprilsitzung 1891 hatte ich meine Versuchsergebnisse über das magnetische Verhalten zweier Magnetitexemplare von verschiedener Zusammensetzung aus Moravicza im Vergleiche zu glas-harten Stahl der Section mitgetheilt. \*) Magnetit und Stahl erhielten die Form eines vierseitigen rechtwinkligen Prisma von gleichen Dimensionen und wurden in einer 20 Cm. langen Spirale aus 441 Windungen und 2 Mm. starken Kupferdraht mittels elektrischen Stromes magnetisiert, dessen Intensität bis 8 Ampère gesteigert wurde.

Bei dieser Stromstärke war der remanente Magnetismus des einen Magnetitexemplars  $I_1$ , dessen Eisengehalt 67·5% betrug, und dessen Maasse 9·17, 2·5, 1·67 Cm. waren, 1·82-mal, der des zweiten Exemplars  $II_1$  (61·4% Fe und 8·41, 2·41, 1·92 Cm.) 2·43-mal grösser, als der des Stahls, wobei weder der Magnetit, noch der Stahl das Maximum seines Magnetismus erreichte.

Durch Anwendung von starken Strömen einer dynamoelektrischen Maschine, deren Intensitäten mittels eines Hartmann-schen

---

\*) Értésítő 1891. II. termézetud. szak. III. füz. Seite 223.

Ampèremeters gemessen wurden, und mittels der erwähnten Spirale habe ich den Magnetismus dieser prismatisch geformten Körper bis zum Maximalwerthe gesteigert, und den remanenten Magnetismus derselben mittels eines empfindlichen Magnetometers mit Spiegelablesung gemessen, wobei die Stromstärke bis zu 40 Ampère gesteigert wurde.

Bei den am 13. und 14. Juni l. J. mit dem Magnetit und Stahl  $\Pi_1$  vorgenommenen Magnetisirungsversuchen erreichte der Stahl bei der Stromstärke von 16 Ampère den Sättigungspunkt, der Magnetit aber nicht, obwohl auch dieser demselben nahe war, da die bei dieser Stromstärke beobachtete Zunahme des Magnetismus eine geringe war.

In diesem Zustande, wo der Magnetit  $\Pi_1$  in der I. Hauptlage nach *Gauss* in einer Entfernung von 120·63 Cm. vom Magnetometer einen Ausschlag von 11·5, und der Stahl  $\Pi_1$  einen von 8·5 Skalentheilen ergab, wurde an denselben Tagen das magnetische Moment in absoluten Maassen von beiden nach der Gaussischen Methode aus Schwingungs- und Ablenkungsversuchen mittels Fernrohr, Skala und Spiegel bestimmt.

Noch vor diesen Versuchen untersuchte ich den remanenten Magnetismus der beiden Prismen, und fand, das derselbe seit April 1891 keine namhafte Schwächung erlitt.

Die nunmehr vorgenommenen Bestimmungen des magnetischen Momentes ergaben folgende Resultate:

$$\begin{array}{l} \text{Magnetisches Moment des Magnetits } \Pi_1 = 1115 \cdot 256 \text{ C.}^{\frac{3}{2}} \text{ G.}^{\frac{1}{2}} \text{ S.}^{-1} \\ \text{„ „ „ Stahls } \Pi_1 = 850 \cdot 480 \text{ „ „ „} \end{array}$$

Die zur Bestimmung nöthigen Grössen waren folgende:

	<i>Magnetit</i>	<i>Stahl</i>
Gewicht	183·82 G.	316·75 G.
Länge	8·41 C.	8·50 C.
Breite	2·41 C.	2·45 C.
Träg. Mom.	1172·40677 C. <sup>2</sup> G.	2065·53969 C. <sup>2</sup> G.
Schwingungs- dauer	7·394 S.	11·2925 S.

Red. Schwingungs-		
dauer	7·3939 S.	11·2921 S.
Tors. Verh.	0·00513	0·00917
MH	210·59 C. <sup>2</sup> G. S. <sup>-2</sup>	158·426 C. <sup>2</sup> G. S. <sup>-2</sup>
M:H	5906·75 C. <sup>3</sup>	4565·6 C. <sup>3</sup>

wo  $M$  das magnetische Moment,  $H$  die horizontale Componente des Erdmagnetismus bedeutet.

Bei den Ablenkungsversuchen zur Bestimmung von  $\frac{M}{H}$  war der ablenkende Magnet in der Ost-West Richtung aufgestellt, wobei  $r = 71·025$  Cm., und  $r_1 = 51·025$  Cm. war. Die beobachteten Ablenkungen in Skalentheilen ausgedrückt waren:

beim Magnetit	53·0, 52·5, 52·5, 53·5	mittel 52·8, und
	144·0, 144·5, 143·5, 143·5	„ 143·8;
„ Stahl	40·2, 40·5, 40·2, 41·5	„ 40·6 und
	109·5, 111·5, 108·7, 110·5	„ 110·05;

die Entfernung der Skala vom Spiegel betrug 792·3 Skalentheile.

Aus diesen Resultaten ergibt sich, dass in diesem Zustande das magnetische Moment des Magnetits 1·31-mal grösser ist, als das des Stahls. Dasselbe Verhältniss erhält man unmittelbar aus den Ablenkungen,  $= \frac{52·8}{40·6} = 1·30$ , és  $\frac{143·8}{110·05} = 1·30$ . Noch günstiger gestaltet sich das Verhältniss für den Magnetit, wenn man mit Berücksichtigung der Gewichte die specifischen Magnetismen bestimmt. Dieser ist in diesem Zustande für Magnetit 6·067, für Stahl 2·685, und das Verhältniss beider 2·26. Dies ist der Vortheil des Magnetits in Vergleich zu Stahl betreffend den remanenten Magnetismus; die Nachtheile desselben sind grössere Zerbrechlichkeit und der Umstand, dass Lamellen oder Nadeln unter 1 Millimeter Dicke schwer herzustellen sind.

Wie schon erwähnt wurde, erreichte der Stahl bei diesen magnetisirenden Kräften das Maximum seines Magnetismus, der Magnetit aber nicht. Um auch beim Magnetit den Sättigungspunkt zu erreichen, habe ich am 22. und 23. Juni beide Körper bei Anwendung derselben Spirale mit Unterbrechung der angewandten starken Ströme wiederholt magnetisirt, bis das Maximum erreicht war. Das Resultat

welches mit demselben Magnetometer aus derselben Entfernung von 120·36 Cm. erhalten wurde, war folgendes :

		vor dem Magnetisiren		nach dem Magnetisiren		J	
am 22. Juni	Stahl	8·5	Skalentheile	8·5	Skalentheile	25	A.
	Magnetit	11·5	"	13·5	"	25	"
" 23. "	Stahl	8·5	"	8·5	"	25	"
	Magnetit	13·5	"	13·5	"	26·3	"

wo  $J$  die Stromstärke bedeutet, in Ampères ausgedrückt.

Dass bei diesen Versuchen auch der Magnetit seinen Sättigungspunkt erreicht hatte, bewies ein fernerer Versuch mit einer Magnetisirungsspirale aus 454 Windungen und  $3\frac{1}{2}$  Mm. Drahtdurchmesser, in welcher die Stromintensität bis auf 40 Ampère gesteigert werden konnte, wobei jedoch keine weitere Zunahme des Magnetismus beobachtet wurde.

Bei diesem Maximum des remanenten Magnetismus des Magnetits ergab sich die Schwingungsdauer desselben aus zwei Beobachtungsreihen 6·944 und 6·947, im Mittel 6·9455 Sekunden, die durch denselben aus den Entfernungen  $r = 71·025$  Cm. und  $r_1 = 51·025$  Cm. bewirkten Ablenkungen 60·67 und 165·7 Skalentheile, das berechnete magnetische Moment  $M = 1165·15 \text{ C.}^{\frac{5}{2}} \text{ G.}^{\frac{1}{2}} \text{ S.}^{-1}$  und sein spezifischer Magnetismus 6·327. Es sind also diese Maximalwerthe des Magnetits 1·37-mal, respective 2·356-mal grösser, als jene des Stahls.

Ausser den Magnetit und Stahl  $\text{II}_1$ , habe ich noch das Magnetitprisma  $\text{II}_2$  von derselben Zusammensetzung, wie  $\text{II}_1$ , das Magnetitprisma  $\text{I}_1$  und ein dreiseitiges Magnetitprisma, dessen Eisengehalt <sup>1)</sup> und Struktur von  $\text{I}_1$  kaum etwas verschieden war, sowie die entsprechenden Prismen aus glashartem Stahl bis zum Sättigungspunkt magnetisirt und deren remanenten Magnetismus in der erwähnten Weise bestimmt. Die erhaltenen Resultate habe ich in den drei folgenden Tabellen I, II, III, zusammengestellt, in welchen  $J$  die Stromintensität in Ampères,  $T$  die Dauer des Stromschlusses in Sekunden,  $M$  Magnetit,  $A$  Stahl bedeutet. Die Zahlen der Rubriken  $M$  und  $A$  drücken die magnetischen Momente in Skalentheilen aus.

<sup>1)</sup> Dr. Béla Ruzicska findet den Mittelwerth des Eisengehalts dieses Magnetits aus zwei durchgeführten Analysen zu 67·85%. Das spezifische Gewicht beträgt 4·921.

I.				II.			
Magnetisches Moment des Magnetits und Stahls $II_2$ in Skalenthellen ausgedrückt.				Magnet. Moment des Magnetits und Stahls $I_1$ .			
J	T	M	A	J	T	M	A
0	0	6·00	1·80	0	0	2·6	1·9
11	60	9·75	3·70	10·5	60	6·7	4·5
16	60	10·90	5·25	15	60	8·5	5·7
26	60	12·50	6·60	26	60	10·0	7·8
37	30	12·50	7·90	36	30	10·5	9·5
				42	10	10·5	9·6

## III.

	M				A				
	Kantenlänge 14·08 cm.				14·05 cm.				
	Seitenlänge 2·49 „				2·487 „				
	Specif. Gewicht 4·921 gr.				7·800 gr.				
	J	T	M	A	J	T	M	A	
31. Juli.	0	0	0	0	8·5	30	35·0	54·5	
	3·4	60	22·8	24·5	10·0	90	35·9	60·0	
	3·4	120	24·0	24·8	15·5	90	39·0	68·5	
1. Aug.	0	0	22·5	23·0	20·5	60	40·0	70·0	
	5·3	60	29·6	34·0	26·0	30	40·0	70·5	
	5·3	120	30·0	34·0	26. Aug.	0	0	36·5	69·5
9. Aug.	0	0	30·5	32·0	38·0	1	40·9	—	
	9·1	90	33·6	46·5	38·0	15	40·9	—	
	9·1	120	34·0	48·0	45·0	1	40·9	74·5	
22. Aug.	0	0	32·5	43·5	45·0	30	40·9	73·25	
	8·0	15	34·5	52·0	47·0	15	40·9	74·5	

Es ist zu bemerken, dass die Entfernung der Mittelpunkte der dreiseitigen magnetisirten Prismen von dem Mittelpunkte des abgelenkten Magnets des Magnetometers bei der Beobachtung des remanenten Magnetismus nur 87·08 Cm., bei  $II_2$  und  $I_1$  hingegen 120·63 Cm. betrug. Die Zahlen jener Zeilen der Tabelle III, wo in den Rubriken  $J$  und  $T$  0 vorkommt, bedeuten den seit der vorgehenden Magnetisirung beibehaltenen remanenten Magnetismus. Das Ansteigen des remanenten Magnetismus dieser Prismen mit der Stromstärke ist durch die Curven in Fig. 1 der beigeschlossenen Tabelle III ersichtlich gemacht, in welcher  $M$  die Curve des Magnetits,  $A$  die des Stahls bedeutet.

Die grösseren Verluste an remanenten Magnetismus dieses Stahlprismas kommt daher, weil der Stahl nicht ganz glashart war.

Die angenäherten Werthe der magnetischen Momente nach absolutem Maasse der Magnetit und Stahlprismen  $I_1$  und  $II_2$ , sowie der dreiseitigen Magnetit und Stahlprismen habe ich aus dem bekannten magnetischen Moment ( $1165.15 \text{ C.}^{3/2} \text{ G.}^{1/2} \text{ S}^{-1}$ ) des Magnetitprisma  $II_1$  und aus den Magnetometer-Ablenkungen berechnet, welche diese Prismen bei derselben Entfernung von 120.63 Cm. gaben. Die erhaltenen Resultate, sowie die specifischen Magnetismen, die Gewichte, die Längen und den Eisengehalt findet man in der folgenden Tabelle IV. zusammengestellt.

## IV.

Die magnetischen Momente in absolutem Maasse und die specifischen Magnetismen.

Prism.	Gew.	Eisengehalt.	Länge.	Magnetometer-Ablenkung.	Moment.	Sp. Magn.
$MI_1$	183.820	61.42%	8.41	13.5 skr.	1165.15	6.327
$MII_2$	181.190	"	"	12.5 "	1078.85	5.954
$AI_2$	309.052	—	"	7.8 "	673.20	2.178
$MI_1$	142.492	67.527	9.10	10.7 skr.	923.49	6.481
$AI_1$	241.630	—	"	9.7 "	837.19	3.464
$\Delta M$	184.452	67.85	14.10	15.0 "	1294.62	7.018
$\Delta A$	300.948	—	"	27.5 "	2373.47	7.886

$M$  bedeutet Magnetit,  $A$  Stahl, das Gewicht ist in Grammen, die Länge in Centimetern ausgedrückt.

Aus diesen sowie aus meinen früheren Resultaten folgt:

1. Dass der specifische Magnetismus des Magnetits mit der Länge zunimmt, wie dies bei Stahl bekannt ist, dass aber die Zunahme nicht so bedeutend ist, wie bei Stahl. In Folge dessen ist bis zu einer gewissen Länge der specifische Magnetismus des Magnetits, über diese Länge hinaus dagegen jener des Stahls der überwiegende. So ist z. B. bei den Magnetitstäben  $I_2$  und  $\Delta M$ , deren Eisengehalt nur in den Zehnteln verschieden ist, der den Längen 9.1, 14.1 Cm. entsprechende specifische Magnetismus 6.481 respective 7.018, hingegen bei den Stahlprismen von diesen Längen 3.464, 7.886. Es ist also der specif. Magn. des 9.1 Cm. langen Magnetitprisma 1.87-mal grösser als der des Stahls von gleicher Länge, während bei den 14.1 Cm. langen Prismen der spec. Magn. des Stahls 1.123-mahl grösser ist, als der des Magnetits.

2. Dass bei kürzeren Stäben der remanente Magnetismus des

Magnetits den des Stahls nicht nur bei geringen, sondern auch bei sehr starken magnetisirenden Kräften bis zum Sättigungspunkt überwiegt, so dass beim Sättigungspunkte der remanente Magnetismus des Magnetits  $I_1$  1·87-mal, der des Magnetit  $II_1$  2·26-mal und der des Magnetits  $II_3$  2·75-mal grösser ist, als bei den Stahlprismen von gleichem Volumen.

3. Dass diese Verhältnisszahl mit der magnetisirenden Kraft sich ändert: sie ist anfangs zunehmend bis zu einem Maximum, dann abnehmend bis zum Sättigungspunkt des Stahls; von hier an wieder zunehmend bis zum Sättigungspunkt des Magnetits, und dann erst konstant.

4. Dass der Magnetit bis zu einer gewissen Stablänge den grössten specifischen Magnetismus hat unter den bekannten magnetischen Körpern.

5. Dass der remanente Magnetismus des Magnetits bei Anwendung gleicher entmagnetisirender Kräfte in stärkerem Maasse abnimmt, als der des Stahls, während das Ansteigen des remanenten Magnetismus bis zum Maximum, bei Magnetit in gewissen Fällen langsamer erfolgt als bei Stahl, und dass in Folge dessen der für Eisen und Stahl gültige Satz von der Coercitivkraft auf Magnetit keine Anwendung findet, bewiesen ausser den Versuchen von Holtz, auch meine oben citirten früheren Versuche, bei welchen die magnetisirende Kraft allmählig um fünf Einheiten gesteigert wurde.

Das Ansteigen des remanenten Magnetismus und das Verschwinden desselben beim Entmagnetisiren bei Anwendung starker magnetisirender Kräfte habe ich bei den Magnetit und Stahlprismen  $II_1$  untersucht und die erhaltenen Resultate in der Tabelle V zusammengestellt.  $J$  bedeutet die Intensität in Ampères, das Vorzeichen die Richtung des angewandten Stromes, die Zahlen der Rubriken  $M$  und  $A$  den in Skalentheilen ausgedrückten remanenten Magnetismus des Magnetits und des Stahls.

## V.

Umkehrung der magnetischen Polarität bei den Magnetit- und Stahlprismen  $II_1$ .

J	M	A	J	M	A
- 37	- 12·6	- 7·9	+ 37·0	+ 12·7	+ 7·8
+ 2·5	- 6·5	- 4·5	+ 40·0	+ 12·8	+ 7·8
+ 6·5	+ 1·5	0·0	- 40·0	- 12·8	-
+ 10·5	+ 6·5	+ 2·9	+ 40·0	+ 12·8	-
+ 16·0	+ 9·0	+ 4·9	- 40·0	- 12·8	-
+ 26·0	+ 12·0	+ 6·8	+ 40·0	+ 12·8	---
			- 40·0	- 12·8	-

Auch diese Versuche beweisen, dass auch bei Magnetit geringere Kräfte nöthig sind zur Entmagnetisirung, als zur Magnetisirung, und dass die Polarität desselben schneller wechselt, als die des glasharten Stahls. Während zur Erreichung des Maximums 26 bis 37 Ampère nöthig waren, fand die Umkehrung der Polarität bei zwei nacheinander erfolgten Umkehrungen nach den magnetischen Curven (Tafel III. Fig 2) schon bei einer Stromstärke von 5·7 Ampère statt, die des Stahls bei 6·5 Ampère.

Bei starken Strömen ist ein kurzer Stromschluss von 1 oder 2 Sekunden hinreichend zur Erreichung des Maximums, wie dies die letzten Zeilen der Tabelle V zeigen.

6 Es kann nicht allgemein behauptet werden, wie es Holtz <sup>1)</sup> that, dass Magnetit bei allmählig ansteigenden magnetisirenden Kräften das Maximum des remanenten Magnetismus früher erreicht, als harter Stahl von gleichem Volumen. Nach meinen Versuchen erreichte der Magnetit  $II_1$  später sein Maximum, als der Stahl  $II_1$ , die Magnetite  $II_2$  und  $I_1$  fast zu gleicher Zeit, wie die gleich grossen Stahlprismen, nur das dreiseitige Magnetitprisma war früher gesättigt, als der Stahl von gleichem Volumen.

---

<sup>1)</sup> Ann. der Phys. u. Chem. 1878, Bd. V, S. 169.