

**11. *Vergleichung einiger Stahlsorten untereinander,  
mit dem Nickel und dem Moraviczaer Magnetit  
bezüglich ihres remanenten Magnetismus;  
von Anton Abt.***

(Vorgetragen in der med.-naturw. Section des Siebenb. Museumvereins.)

Bei meinen ersten Untersuchungen „über das magnetische Verhalten des Moraviczaer Magnetits im Vergleich zu Stahl“<sup>1)</sup> hatte ich gewöhnlichen Stahl benutzt, wie er in Eisenhandlungen vorkommt. Vor der Untersuchung wurde er glashart gemacht. 1895 untersuchte ich den remanenten Magnetismus dreier Stahlsorten aus der Reschiczaer Stahlfabrik: des Bessemer-, Puddling- und des Martinstahls.<sup>2)</sup>

Seitdem gelang ich in den Besitz dreier Tiegelstahlsorten: eines Tiegelstahls aus der Reschiczaer Stahlfabrik, eines Diamantstahls (Quelle mir unbekannt) und eines Wolframstahls aus Remy's Stahlwerk (Hagen in Westfalen), die, wie aus meinen letzten Untersuchungen sich ergeben hat, weit mehr remanenten Magnetismus annehmen, als die oben erwähnten Stahlsorten. Auch diese von mir untersuchten Stahlsorten hatten eine prismatische Form mit quadratischem Querschnitt von 1,4 cm Seitenlänge und eine Stablänge von 14,6 cm, waren also von gleicher Form und Grösse, wie die Stahlstäbe aus der Reschiczaer Fabrik. Dieselben wurden zunächst möglichst gleichmässig gehärtet und dann zuerst in einer Spirale von 295, dann in einer zweiten von 441 und schliesslich in einer dritten von 453 Windungen bei ansteigender Stromstärke von 1—44 Amp. magnetisirt.

Die schwächeren Ströme wurden mit einer Tangentenbussole, die stärkeren mit einem Ampèremeter gemessen. Die Bestimmung des remanenten Magnetismus bei jeder Strom-

---

1) Abt, Sitzungsber. d. Siebenb. Museumsver., naturw. Fach, 3. Heft p. 339. 1891 und 2. Heft p. 173. 1893; Wied. Ann. 45. p. 80. 1892; 52. p. 749. 1894.

2) Abt, Sitzungsber. d. Siebenb. Museumsver., naturw. Fach, 3. Heft p. 353. 1895.

stärke geschah mit einem Spiegelmagnetometer aus dem Ausschlage der Magnetonadel, welchen der zu untersuchende Magnetstab in westöstlicher Lage aus einer Entfernung von 107,3 cm verursachte, wobei der Scalenabstand von dem Spiegel 210 cm betrug.

Die Magnetisirung dauerte 30, bei stärkeren Strömen 15 sec, und wurde solange fortgesetzt, bis der Stahlstab den grössten Werth seines remanenten Magnetismus erreichte.

Zur Bestimmung des magnetischen Momentes  $M$  im absoluten Maasse dient der bekannte Ausdruck

$$M = \frac{1}{2} r^3 H \left( 1 - \frac{1}{2} \frac{L^2}{r^2} \right) \operatorname{tg} \varphi,$$

in welchem  $L$  den Polabstand des zu untersuchenden Magnets,  $r$  die senkrechte Entfernung seines Mittelpunktes von der Magnetonadel,  $\varphi$  den Ablenkungswinkel und  $H$  die horizontale Componente des Erdmagnetismus bedeutet. Da bei diesen Versuchen  $r$  immer den gleichen Werth hatte, und die Länge der Stahlstäbe die gleiche ist, also annähernd auch  $L$  bei allen Stäben als gleich angenommen werden kann, ferner auch  $H$  annähernd als constant betrachtet werden kann, da die Versuche an aufeinander folgenden Tagen stattfanden, so sind die remanenten magnetischen Momente den Tangenten der Ablenkungswinkel, und bei dieser Beobachtungsmethode den abgelesenen Scalentheilen proportional.

In der folgenden Tab. I sind die relativen Maximalwerthe der remanenten magnetischen Momente  $M$  der jetzt und früher untersuchten Stahlstäbe, deren Gewicht  $P$  in Grammen ausgedrückt, spezifische Magnetismen  $M/P$ , sowie deren Verhältnisse, bezogen auf den Tiegelstahl aus Reschicza, zusammengestellt.

Tabelle I.

Stahlsorten	$M$	Verh.-Zahl	$P$	$\frac{M}{P}$	Verh.-Zahl
Tiegelstahl aus Reschicza	33,95	1	223,89	0,151	1
Diamantstahl	37,15	1,09	226,85	0,163	1,08
Wolframstahl (Fabrik Remy)	62,15	1,83	212,22	0,293	1,94
Bessemerstahl aus Reschicza	2,90	0,08	227,67	0,012	0,08
Puddlingstahl aus Reschicza	15,40	0,45	227,24	0,067	0,44
Martinstahl aus Reschicza	29,09	0,85	227,52	0,127	0,81

Aus diesen Resultaten ergibt sich, dass der spezifische remanente Magnetismus des Wolframstahls zweimal so gross ist, als der des Reschiczaer Tiegelstahls und des Diamantstahls, welche ebenfalls eine grosse Menge von remanenten Magnetismus annehmen. Noch mehr überragt diesbezüglich der Wolframstahl von Remy die drei anderen Stahlsorten.

Das Ansteigen des remanenten Magnetismus bei zunehmender Stromstärke ist aus der Tab. II ersichtlich, in welcher die Zahlen der ersten Reihe die Stromstärken  $J$  in Ampères, die Zahlen der folgenden Reihen die in Scalentheilen ausgedrückten relativen Werthe der remanenten magnetischen Momente bedeuten.

Tabelle II.

$J$	13,4	16,9	21,2	24,2	26,4	30,7	34,4	41,2	44,7	Amp.
Tiegelstahl	30,2	30,0	32,5	32,7	32,9	33,2	33,3	33,9	33,9	Scth.
Diamantstahl	32,4	34,5	35,4	35,9	36,0	35,0	36,6	36,8	37,0	„
Wolframstahl	51,1	52,1	56,9	58,2	58,0	59,3	60,6	61,5	62,1	„
Nickel	16,1	17,5	17,6	17,8	18,5	—	—	—	—	„

Es hatten also der Tiegelstahl aus Reschicza und der Diamantstahl bei 26,4 Amp. den magnetischen Sättigungspunkt fast erreicht, während der remanente Magnetismus des Wolframstahls noch weiter zunahm und erst bei 44,7 Amp. seinen Maximalwerth erreichte. Der von mir 1895 untersuchte Bessemerstahl aus der Reschiczaer Stahlfabrik hatte schon bei einer Stromstärke von 9 Amp. den magnetischen Sättigungspunkt nahezu erreicht.

Ueberzeugt durch diese Versuche von dem bedeutenden remanenten Magnetismus des Wolframstahls von Remy, verschaffte ich mir aus Remy's Fabrik einen fünfblätterigen Hufeisenmagnet aus Wolframstahl mit einem Gewicht von 2,961 kg von folgenden Dimensionen in Centimetern:

	Länge	Blätterbreite	Blätterdicke
der äusseren Schenkel	19,9	2,8	0,6
der folgenden Schenkel	20,4	2,8	0,6
der mittleren Schenkel	20,9	2,8	0,6

Die Tragkraft desselben wurde mit einem ungleicharmigen Hebel und Laufgewichten bestimmt, indem letztere allmählich von der Hebelaxe verschoben wurden, bis der Anker von dem in verticaler Richtung hängenden Hufeisenmagnet abgerissen

wurde. Aus den Laufgewichten und den gemessenen Hebelarmen ergab sich durch Rechnung die gesammte Tragkraft = 27,27 kg. Es ist daher

$$\frac{\text{Tragkraft}}{\text{Gewicht}}, \text{ oder die spezifische Tragkraft } \frac{27,270}{2,961} = 9,206 \text{ kg.}$$

Wendet man auf diesen Magnet Häcker's empirische Formel

$$T = a \sqrt{P^2}$$

an, und setzt für  $T$  und  $P$  die Werthe ein, so ergibt sich für die Constante  $a$  der Werth von 13,22, welcher mit dem von Elias für seine Magnete gefundenen (13,23) fast identisch ist, hingegen den auf die Häcker'schen Magnete bezüglichen (10,33) bedeutend überragt.

Auch aus diesen Versuchen ergibt sich die Fähigkeit des Wolframstahls zur Aufnahme eines bedeutenden Quantum von remanenten Magnetismus und dessen Vorzug über die zur Erzeugung remanenter Magnete gewöhnlich verwendeten Stahl-sorten.

Die Magnetisirung der oben erwähnten Stahlstäbe geschah im Monate October 1896. Bei einer am 7. Februar 1897 vorgenommenen erneuten Messung des remanenten Magnetismus dieser Stahlstäbe ergaben sich folgende relative Werthe:

	Tiegelstahl (Reschicza)	Diamantstahl	Wolframstahl
Magn. Moment am 8. Oct. 1896	33,7	35,9	62,15
Magn. Moment am 7. Febr. 1897	33,3	26,6	45,65

Es hatte also während dieser Zeit von 122 Tagen der Tiegelstahl aus der Reschiczaer Fabrik 1,1, der Diamantstahl 25,9 und der Wolframstahl 26,5 Proc. von seinem remanenten Magnetismus verloren.

Ausser den drei Stahlstäben habe ich noch einen Nickelstab und einen Moraviczaer Magnetitstab von gleicher Gestalt und Grösse auf ihren remanenten Magnetismus untersucht.

Der Nickelstab war, wie aus Tab. II zu ersehen ist, schon bei einer Stromstärke von 13,4 Amp. nahe seinem magnetischen Sättigungspunkte, welchen er bei 26,4 Amp. mit dem remanenten magnetischen Moment von 18,5 erreichte.

Der remanente Magnetismus des Magnetitstabes nahm bei ansteigender Stromstärke anfangs, etwa bis 14 Amp. schneller, dann aber langsam zu und erreichte bei 44,4 Amp. seinen grössten Werth von 25,6.

Nach 122 Tagen fand ich bei einer neuen Messung den remanenten Magnetismus des Nickels gleich 13,6, den des Magnetits gleich 25,2. Es hatte also während der 122 Tage der Nickelstab 26,4, der Magnetitstab aber nur 1,5 Proc. von seinem remanenten Magnetismus eingebüsst.

Auch bei diesen Versuchen war das Ansteigen des Magnetismus bei geringen Stromstärken bei dem Nickelstab ein schnelleres, als beim Stahl und Magnetit. Bezeichnet man das magnetische Moment des Nickelstabes kurz mit  $N$ , das des Magnetitstabes mit  $M$  und das der drei Stahlstäbe der Reihe nach mit  $A_t$ ,  $A_d$ ,  $A_w$ , so ist

$$\frac{N}{A_d} = 1,2 \text{ (bei 2 Amp.)}, \quad \frac{N}{A_t} = 2 \text{ (bei 1,5 Amp.)},$$

$$\frac{N}{A_w} = 2,4 \text{ (bei 1 Amp.)}, \quad \frac{N}{M} = 28,4 \text{ (bei 2 Amp.)},$$

während bei dem Sättigungspunkt sämtlicher Stäbe

$$\frac{A_d}{N} = 2,0, \quad \frac{A_t}{N} = 1,86, \quad \frac{A_w}{N} = 3,4, \quad \frac{M}{N} = 1,4 \text{ ist.}$$

Bei Vergleichung des remanenten magnetischen Moments des Magnetitstabes mit jenem der Stahlstäbe ergibt sich

$$\frac{M}{B} = 8,8, \quad \frac{M}{P} = 1,66, \quad \frac{M}{M_a} = 0,88, \quad \frac{M}{A_t} = 0,75,$$

$$\frac{M}{A_d} = 0,68 \quad \text{und} \quad \frac{M}{A_w} = 0,41,$$

wo  $B$ ,  $P$  und  $M_a$  der Reihe nach die magnetischen Momente des anfangs erwähnten Bessemer-, Puddling- und Martinstahls bedeuten.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass der Magnetit nur den von mir zuerst untersuchten gewöhnlichen Stahl, sowie den Bessemer- und Puddlingstahl an remanentem Magnetismus übertrifft, dass er aber diesbezüglich hinter den raffinierten Tiegelstahlsorten, namentlich dem Wolframstahl, zurückbleibt.

(Eingegangen 18. April 1898.)