

Ueber
die Magnetisirung des Stahls im Momente
seiner Härtung

von
Dr. W. Holtz.

Der Stahl bewahrt den Magnetismus um so besser, je härter er ist. Deswegen pflegt man Stahlstäbe, welche Magnete werden sollen, zu härten. Aber je härter der Stahl ist, um so schwerer nimmt er überhaupt Magnetismus auf. Deswegen scheint die gewöhnliche Darstellungsweise der Magnete, wo man bereits gehärteten Stahl magnetisirt, keine besonders günstige zu sein. Freilich darf der Stahl nicht magnetisirt und hierauf in einem besondern Acte gehärtet werden, weil bei der Erwärmung, welche dem Härten vorausgehen muss, der vorher mitgetheilte Magnetismus wieder verschwindet. Aber Magnetisirung und Härtung lässt sich mehr oder weniger gleichzeitig bewirken, indem man rothglühenden Stahl einer magnetisirenden Kraft aussetzt, und, während diese fortwirkt, in Wasser ablöscht. Alsdann dürfte, eben des weichen Zustandes halber, mehr Magnetismus aufgenommen werden, als sonst, und die Härtung dürfte gleichzeitig den aufgenommenen fixiren.

Der eben ausgesprochene Gedanke und seine Ausführung sind nicht neu. Schon im Jahre 1821 löschte Pönitz glühende Stricknadeln ab, während er sie unter dem Einfluss des Erdmagnetismus magnetisirte *). Er fand den Magnetis-

*) Gilbert, Ann. Bd. LXVII, S. 319.

mus, wenn auch nicht besser, so doch in ähnlicher Weise fixirt, als er es sonst durch mechanische Erschütterungen bewirkte. Einige Jahre später härtete Robison einen kleinen Stahlstab zwischen zwei Magneten und fand diesen stärker magnetisch, als er ihn auf andre Weise magnetisiren konnte*). 1835 schlug Aimé ein gleiches Verfahren vor, nur mit dem Unterschiede, dass er hierzu einen Elektromagneten anzuwenden rieth**). Er bemerkt zugleich, dass er auf solche Weise bei verschiedenen Proben befriedigende Resultate erhalten habe. 1852 gedenkt Hamann noch einmal dieser Methode mit dem Zusatz, dass man, wie mit Stahl, so auch mit dem Magneteisenstein verfahren könne***). Er führt auch ein Beispiel an, freilich nur ein einziges, nach welchem ein in solcher Weise magnetisirtes Stahlstäbchen das Zehnfache seines Gewichtes getragen habe.

Die aufgeführten Empfehlungen sind nun freilich nicht ganz überzeugend, weil kein bestimmter Anhalt für den Vergleich der so oder anders gewonnenen Resultate gegeben ist. Trotzdem hätte sich die fragliche Methode wohl eingebürgert, oder würde doch des Weiteren geprüft sein, wenn derselben bei näherer Betrachtung nicht allerlei praktische Bedenken entgegenständen. Einmal ist sie nämlich andern Methoden gegenüber, wie von vornherein einleuchtet, ausserordentlich unbequem. Dann schliesst sie wegen der Kürze der Zeit, in welcher der Stab erkaltet, manche sonstigen Vortheile z. B. die Verschiebung desselben vor den Polen, oder die zeitweise Unterbrechung des Stromes aus. Ferner gestattet sie kaum oder doch höchst schwierig die Anwendung einer Magnetisirungsspirale, welche bedingungsweise die Wirkung eines Elektromagneten übertrifft. Endlich verleiht sie den Stäben eine höchst unansehnliche Oxydschicht, mit deren nachträglicher Entfernung wieder ein Theil des mitgetheilten Magnetismus verschwände.

*) Encyclop. Britann. (4) T. XII. p. 375. Gehler, Wörterb. Bd. VI (2). S. 930.

**) Ann. de Chim. et de Phys. T. LVII. p. 422. Pogg. Ann. Bd XXXV. S. 206.

***) Pogg. Ann. Bd. LXXXV. S. 464.

Der praktische Nutzen gedachter Methode erscheint hier nach weniger gross, als auf den ersten Blick, und deswegen mag sie auch in der Folge nicht eingehender untersucht sein. Immerhin jedoch ist sie von Bedeutung schon ihres theoretischen Interesses halber, weil sie die Abhängigkeit des Magnetismus von gewissen molekularen Veränderungen beleuchtet. Es schien mir daher nicht überflüssig, durch eine grössere Zahl von Versuchen festzustellen, unter welchen Bedingungen jene Methode vorzugsweise bessere Resultate liefert.

Bei diesen Versuchen hätte ich meine Anordnungen so treffen können, dass ich bei der gewöhnlichen Methode alle dieser Methode eigenthümlichen Vortheile zur Anwendung gelangen liess. Dann hätte ich aber auf beiden Seiten ungleiche Verhältnisse geschaffen, und das Ergebniss würde theoretisch weniger werth gewesen sein. Ich glaubte daher meine Anordnungen besser so zu treffen, dass ich auf beiden Seiten möglichst dieselben Verhältnisse gewann. Dementsprechend wurde der Vergleich in der Weise ausgeführt, dass ich auf Stäbe von derselben Beschaffenheit während derselben Zeit, in derselben Weise dieselbe magnetisirende Kraft wirken liess, nur dass Solches im einen Falle nach der Härtung, im andern während der Härtung geschah.

Die zu vergleichenden Stäbe wurden aus derselben Stange englischen Rundstahls geschnitten und sorgfältig ihrer Länge und wenn nöthig, auch ihrem Gewichte nach egalisirt. Ich gebrauchte übrigens nur solche von 125^{mm} Länge, während sich ihre Dicke nicht bei allen Versuchen auf ein und dieselbe Grösse beschränkte. Je zwei Stäbe wurden gleichzeitig in Holzkohlenfeuer erhitzt, an besonders geformten Handhaben befestigt. Waren sie rothglühend, so wurde zunächst der eine für sich in Wasser getaucht, hierauf der andre, nachdem er fest an die Pole eines Elektromagneten gelegt war. Vom Momente der Anlegung wurden nach dem Tacte eines Pendels etwa 15 Sekunden gezählt, dann der Strom unterbrochen und der Stab von den Polen getrennt. Endlich wurde der erste bereits abgelöschte Stab während derselben Zeit der Wirkung des Elektromagneten ausgesetzt.

Der Elektromagnet war so eingerichtet, dass der ihn umgebende Kupferdrath vom Wasser unbenetzt blieb, ferner so, dass die Stäbe, wenn man sie anlegte, den Polen gegenüber stets dieselbe Lage hatten. Die 140^{mm} lang von einer einfachen Drathlage bedeckten Schenkel schnitten äusserlich grade mit den angelegten Stäben ab. Der Eisenkern war beiläufig bemerkt 16^{mm}, und der Kupferdrath nahezu 3^{mm} dick. Den Strom lieferten 1—4 Platinelemente von etwas mehr als der gewöhnlichen Grösse.

Die magnetisirten Stäbe wurden gezeichnet und auf besonderen Stativen aufbewahrt, in gleichem Abstände und in gleicher Richtung liegend. Ihr Magnetismus wurde einen Tag nach der Magnetisirung durch Bestimmung ihrer Schwingungsdauer unter dem Einfluss des Erdmagnetismus geprüft. Hierbei unterstützte mich ein Fernrohr mit Fadenkreuz und ein Chronometer, welches halbe Sekunden markirte. Ich zählte solche während der Dauer dreier ganzer Schwingungen und gewann so die zunächst in den Tabellen verzeichneten Zahlen. Aus einer grösseren Menge von Zahlen, welche gleichartig magnetisirte Stäbe lieferten, wurde alsdann die wahrscheinliche Mittelzahl gezogen. Da sich der Magnetismus der Stäbe aber umgekehrt, wie das Quadrat ihrer Schwingungsdauer verhält, so waren die fraglichen Mittelzahlen oder ihre vereinfachten Werthe noch zu quadriren und mit einander zu vertauschen. So gewann ich das am Schluss der Tabellen verzeichnete Resultat.

Ich bemerke noch, dass in allen Tabellen die Schwingungsdauer jener beiden Stäbe, welche gleichzeitig erhitzt wurden, einander gegenüber gestellt ist.

Vorversuche.

Es war nicht unmöglich, dass es einen Unterschied machen würde, ob die Stäbe kürzere oder längere Zeit glühend mit dem Elektromagneten in Verbindung standen, desgleichen vielleicht einen Unterschied, je nachdem sie hell- oder dunkelrothglühend am Elektromagneten abgelöscht wurden. War dies der Fall, so musste hierauf besondere Rücksicht genommen werden, und

es schien daher wünschenswerth, sich hierüber vorher zu orientiren. Ich stellte also zwei kürzere Versuchsreihen an, in welchen alle Stäbe magnetisch abgelöscht wurden, aber nicht in derselben Weise. Die Stäbe waren 6^{mm} dick; 2 Elemente gaben den Strom. Das Nähere besagen die nachstehenden Tabellen.

dunkelroth angelegt und abgelöscht	hellroth angelegt, dunkelroth abgelöscht	dunkelroth angelegt und abgelöscht	hellroth angelegt und abgelöscht
79	76	74	75
75	78	80	72
83	80	77	82
80	76	80	75
86	83	84	76
83	80	81	80
Mittelzahl 81	79	79	77

Die einzelnen Zahlen weichen freilich nicht unbeträchtlich von einander ab, aber eben so jene von gleich behandelten, als von ungleich behandelten Stäben. Ich schiebe diese Abweichungen auf den Umstand, dass sich Magnet und Stäbe nicht immer gleichmässig berührten, bald vielleicht in einer geringeren, bald in einer grössern Anzahl von Punkten; was leicht erklärlich ist, da jene während des Glühens sowohl, als während des Ablöschens schwerlich genau gerade bleiben konnten. Uebrigens weiss man, dass auch die Güte des Stahls in verschiedenen Stücken derselben Stange nicht allemal dieselbe ist. Trotz der Abweichungen im Einzelnen giebt jedoch die annähernde Uebereinstimmung der Mittelzahlen zu erkennen, dass das verschiedene Verfahren annähernd dieselbe Wirkung hatte, nur dass vielleicht die hellroth angelegten und abgelöschten Stäbe eine etwas kürzere Schwingungsdauer und somit einen etwas stärkeren Magnetismus zeigten. Es wurde daher im Folgenden möglich nach letzterer Methode verfahren, ohne dass jedoch bei geringer Abweichung die Stangen deswegen zurückgestellt wurden.

Versuche mit Stäben gleicher Dicke bei gleicher Zahl der Elemente.

Ich stellte nun zunächst eine längere Reihe von Versuchen mit Stäben von 6^{mm} Dicke und unter Benutzung von 2 Elementen an, indem ich von je zwei Stäben, wie oben beschrieben, den einen nach der gewöhnlichen, den andern nach der in Rede befindlichen Methode magnetisirte. Ich prüfte diesmal ihren Magnetismus zweimal, zuerst einen Tag nach der Magnetisirung, dann fünf Wochen später, weil sich die Ueberlegenheit der neuen Methode auch möglicher Weise darin aussprechen konnte, dass sich der Magnetismus während längerer Zeiten länger erhielt. Ich stelle die beiden so gewonnenen Tabellen einander gegenüber, links das erste, rechts das zweite Ergebniss.

nach der Härtung magnetisirt	während der Härtung magnetisirt	nach der Härtung magnetisirt	während der Härtung magnetisirt
88	79	93	84
90	80	97	87
98	81	109	88
100	74	109	79
86	70	92	78
98	77	104	81
92	72	97	84
101	77	103	80
103	75	113	83
89	81	94	91
86	78	94	84
105	90	108	97
Mittelzahl 95	78	101	85
Magnetism. 1	1,48	1	1,41

Wir erkennen hieraus, dass die magnetisch abgelöschten Stäbe in Wirklichkeit beträchtlich magnetischer waren, zumal nach der ersten Prüfung, während sich das Verhältniss allerdings etwas ungünstiger stellt, wenn man nach

der zweiten Prüfung urtheilen will. Das Letztere erklärt sich, wenn man bedenkt, dass auch sonst ein Magnet, wenn er stärker magnetisirt ist, verhältnissmässig eher an Magnetismus verliert, es zeigt aber zugleich, dass die magnetische Ablöschung dem allmählichen Verschwinden des Magnetismus kaum vorbeugen kann. Frappirend ist der ziemlich ungleiche Verlust gleichartig behandelter Stäbe. Man möchte vielleicht glauben, dass dies ihre gegenseitige Einwirkung während der Aufbewahrung verschuldet. Es zeigte sich jedoch, dass die in der Mitte gelegenen keineswegs, wie man meinen sollte, grade am meisten verloren hatten. Der Grund wird also wohl in der etwas verschiedenartigen Härte zu suchen sein.

Versuche mit Stäben verschiedener Dicke bei gleicher Zahl der Elemente.

Das obige Resultat galt jedoch nur für die Bedingungen, unter welchen dasselbe gewonnen war. Es blieb zu untersuchen, wie sich Stäbe verschiedener Dicke verhalten würden. Ich wählte diese Stäbe von englischem Rundstahl, der aus derselben Fabrik bezogen war, und zwar in vier verschiedenen Dicken, wie solche in der nachfolgenden Tabelle genauer verzeichnet sind. Zwei Elemente lieferten, wie früher den Strom. Auch in der sonstigen Anordnung der Versuche blieb Alles beim Alten.

Dicke 12,5 ^{mm}		Dicke 9,5 ^{mm}	
nach der Härtung magnetisirt	während der Härtung magnetisirt	nach der Härtung magnetisirt	während der Härtung magnetisirt
148	140	120	107
147	130	113	102
136	129	111	103
140	136	125	113
Mittelzahl 143	134	117	106
Magnetismus 1	1,13	1	1,22

Dicke 6 ^{mm}		Dicke 4,75 ^{mm}	
nach der Härtung magnetisirt	während der Härtung magnetisirt	nach der Härtung magnetisirt	während der Härtung magnetisirt
91	86	90	78
101	73	91	76
94	83	81	69
89	78	85	70
Mittelzahl 94	80	87	73
Magnetismus 1	1,38	1	1,42

Stäbe verschiedener Dicke verhalten sich unter sonst gleichen Verhältnissen also sehr ungleich. Bei dickeren Stäben scheint die magnetische Ablöschung kein besonders günstiges Resultat zu liefern. Aber das günstigere Verhältniss bei grösserer Düntheit der Stäbe findet auch wieder seine Grenze, wie eine Versuchsreihe mit 3^{mm} dicken Stäben, welche ich nicht weiter ausführe, klar zu beweisen schien. Das Letztere liesse sich wohl eher deuten. Das Erstere war ganz gegen meine Erwartung, zumal sich bei grösserer Dicke grade die magnetisch abgelöschten Stäbe besonders schwer vom Elektromagneten abheben liessen. Vielleicht spielt hier der Umstand, dass dickere Stäbe mehr nur äusserlich hart werden, eine Rolle, vielleicht auch die Anordnung, dass die Stäbe den Elektromagneten nur in einer einzigen Linie berührten.

Versuche mit Stäben von gleicher Dicke bei verschiedener Zahl der Elemente.

Das gewonnene Resultat mochte wieder nur für eine gewisse Grösse der magnetisirenden Kraft seine Geltung haben; es blieb also zu prüfen, wie weit eine Verschiedenheit in dieser Richtung das fragliche Verhältniss ihrerseits modificiren möchte. Ich stellte in Folge dessen zwei neue Versuchsreihen mit Stäben von 6^{mm} Dicke an, bei der einen 1, bei der andern 4 Elemente benutzend.

1 Element		4 Elemente	
nach der Härtung magnetisirt	während der der Härtung magnetisirt	nach der Härtung magnetisirt	während der Härtung magnetisirt
99	78	81	69
100	86	76	77
96	81	80	68
104	85	86	73
105	80	85	73
108	87	86	78
Mittelzhl 102	83	82	73
Magnetismus 1	1,51	1	1,26

Hiernach hängt das fragliche Verhältniss wenigstens bei Stäben mittlerer Dicke sehr wesentlich von der Grösse der magnetisirenden Kraft ab, und zwar so, dass bei geringerer Kraft die magnetische Ablöschung grössere Vortheile gewährt. Ein ähnliches Resultat ergaben übrigens Versuche mit der nächstfolgenden dünneren Sorte von Stäben, während ich bei grösserer sowohl, als bei noch geringerer Dicke kein entschiedenes Urtheil gewann. Auch in diesem Falle war das Resultat für mich überraschend, da ich mir bei grösserer magnetisirender Kraft den fraglichen Unterschied allgemein wachsend gedacht hatte.

Versuche bei einpoliger Magnetisirung.

Die letzteren Versuche führten mich auf den Gedanken, die Stäbe nur mit einem Pole des Elektromagneten in Verbindung treten zu lassen. In solcher Weise war die magnetisirende Kraft ganz besonders geschwächt, und es stand zu erwarten, dass die magnetische Ablöschung hier ganz besondere Dienste leisten würde. Für diesen Zweck benutzte ich wieder Stäbe von 6^{mm} Dicke und 2 Elemente, wie bei der Mehrzahl meiner Versuche.

nach der Härtung magnetisirt	während der Härtung magnetisirt
180	120
142	100
160	115
153	103
177	125
144	112
Mittelzahl 159	112
Magnetismus 1	2,01

Diesmal bestätigte der Erfolg also meine Erwartung. Die magnetische Ablöschung zeigte sich hier von ganz besonderer Wirkung. Sie hatte den Magnetismus der Stäbe auf mehr als das doppelte erhöht.

Das gesammte Resultat lässt sich kurz in folgende Worte kleiden. Wenn sonst gleich beschaffene Stahlstäbe unter sonst gleichen Verhältnissen die einen nach ihrer Härtung, die anderen während ihrer Härtung magnetisirt werden, so findet man diese im Allgemeinen stärker magnetisch, als jene, und erscheint der Unterschied um so grösser, je schwächer die magnetisirende Kraft, und bis zu einem gewissen Grade auch, je dünner die Stäbe sind. Eine nachhaltige Wirkung jedoch rücksichtlich einer grösseren Beständigkeit des Magnetismus kann der magnetischen Ablöschung kaum zugeschrieben werden.

Die vorstehende Untersuchung wurde von mir im physikalischen Institute der Universität zu Greifswald mit gütiger Bewilligung seines Direktors des Hrn. Professor v. Feilitzsch ausgeführt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Holtz W.

Artikel/Article: [Ueber die Magnetisirung des Stahls im Momente seiner Härtung 203-212](#)