

# Eine neue Methode zur Messung der magnetischen Eigenschaften dünner Schichten mit Hilfe des Faraday-Effektes

Von LUDWIG REIMER

Physikalisches Institut der Universität Münster/Westf.  
(Z. Naturforsch. **11 a**, 611 [1956]; eingegangen am 11. Juni 1956)

Es sind bereits zahlreiche Untersuchungen bekannt geworden, bei denen die FARADAY-Rotation dünner durchstrahlbarer Schichten aus Ni, Fe und Co gemessen wurde<sup>1, 2, 3</sup>. In neuerer Zeit benutzte KÖNIG<sup>4</sup> den FARADAY-Effekt, um die kritische Teilchengröße zu ermitteln, unterhalb der keine spontane Magnetisierung mehr beobachtet wird. Ein Nachteil des FARADAY-Effektes besteht darin, daß das Magnetfeld parallel zur Einfallrichtung des Lichtes die Schicht senkrecht durchsetzt. Dadurch tritt eine sehr starke entmagnetisierende Wirkung auf, so daß die Sättigung erst bei sehr hohen Feldern  $H_s = 4\pi J_s$  erreicht wird und man praktisch keine remanente Magnetisierung erhält. Vom Verfasser wurde versucht, das Magnetfeld in Schichtrichtung zu legen und das Licht unter  $45^\circ$  zum Magnetfeld und zur Schichtnormalen einfallen zu lassen. Man beobachtet dann nicht den vollen FARADAY-Effekt in der klassischen Anordnung, sondern nur eine Drehung der Polarisationssebene um das 0,7-fache ( $\cos 45^\circ$ ). Außerdem erhält man eine stärkere Absorption innerhalb der Schicht. Demgegenüber braucht man aber sehr geringe Feldstärken, um die Sättigung zu erreichen, und findet vor allem beachtliche remanente Magnetisierungen. Bei Anlegen eines Gegenfeldes kann man ferner die Koerzitivkraft ermitteln. Nach Untersuchungen des Verfassers<sup>5, 6</sup> mit der ballistischen Meßmethode liefern gerade die Messungen der Koerzitivkraft unterhalb Schichtdicken von 1000 Å interessante Aufschlüsse über die von NÉEL<sup>7</sup> und KITTEL<sup>8</sup> vorausgesagte Eindomänenstruktur dieser Schichten.

Das Schema der Meßanordnung ist in Abb. 1 wiedergegeben. Wegen der geringen Drehungen der Pola-

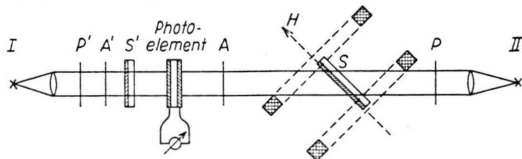


Abb. 1. Schematischer Strahlengang der Versuchsanordnung.

risationsebene wurde von der üblichen subjektiven Beobachtung mit einer Halbschatteneinrichtung abgegangen und die Drehung mit einem Photoelement gemessen. Der Strahl durchläuft von der Lichtquelle II aus einen Polarisator P, die unter  $45^\circ$  geneigte Schicht S und anschließend einen Analysator A, der um  $45^\circ$  gegen den Polarisator gedreht ist. Hierdurch wird erreicht, daß eine Drehung der Polarisationssebene innerhalb der Schicht die größte Intensitätsänderung hinter

dem Analysator hervorruft. Als Photoelement wurde eine doppelseitig belegte Selenzelle benutzt. Durch die Lichtquelle I wurde die andere Seite des Elementes beleuchtet, und 2 Nicols P' und A' dienten dazu, auf bekannte Weise den Gesamtstrom des Photoelementes zu kompensieren. Da gleiche Lichtquellen (25 W-Birnen) aus derselben Spannungsquelle gespeist wurden, wurde ferner im Kompensationszweig eine zweite Schicht S' zwischengeschaltet. Es wurde das ungefilterte Licht der Glühlampen benutzt, da die Dispersion des FARADAY-Effektes sehr gering ist<sup>3</sup>. Nach der Kompensation wurde an einer  $450^\circ \text{Å}$  dicken, auf Glas ( $20^\circ \text{C}$ ) aufgedampften Nickelschicht mit einem empfindlichen Galvanometer und einer Ablesung über einen 5 m langen Lichtzeiger ein Gesamtausschlag von 160 Skalenteilen beobachtet. Die Meßgenauigkeit beträgt auf Grund der Schwankungen des Galvanometernullpunktes etwa  $\pm 5$  Skt. (Die Stromversorgung der Glühlampen war bei diesen Vorversuchen nicht stabilisiert.) Abb. 2 zeigt eine Magnetisierungskurve, die auf diese Weise erhalten wurde. Das Magnetfeld wurde mit zwei Spulen in HELMHOLTZ-Anordnung erzeugt (Abb. 1). Die maximal erreichbare Feldstärke betrug 300 Oe. Die Abbildung zeigt also, daß man dieses Meßverfahren zur Untersuchung der Koerzitivkraft und Remanenz dünner Schichten mit Erfolg anwenden kann, selbst wenn nur sehr kleine Flächen zur Verfügung stehen. U. a. ist vorgesehen, auf heißer Unterlage aus NaCl und anderen Salzen aufgedampfte Schichten von Ni, Fe und Co zu untersuchen.

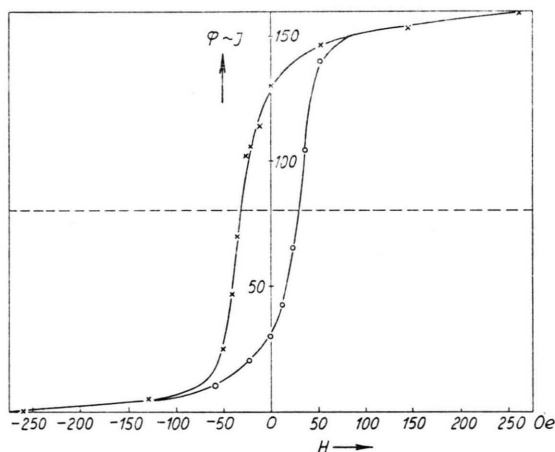


Abb. 2. Drehung der Polarisationssebene an einer  $450 \text{ Å}$ -Nickelschicht (aufgedampft auf Glas) in Abhängigkeit von der Feldstärke. Als Ordinate ist der Galvanometeraussschlag der Kompensationsschaltung in Skalenteilen aufgetragen.

Durch eine Drehung des Analysators A um einen geringen Winkel kann man den Galvanometeraussschlag auch in absolutem Winkelmaß eichen. Für die Ermittlung der Remanenz  $J_R/J_s$  und der Koerzitivkraft  $H_c$  ist diese Eichung dagegen nicht erforderlich.

<sup>1</sup> A. KUNDT, Wied. Ann. **27**, 191 [1886].

<sup>2</sup> H. E. J. G. DU BOIS, Wied. Ann. **31**, 941 [1887].

<sup>3</sup> L. R. INGERSOLL, Phil. Mag. **18**, 74 [1909].

<sup>4</sup> H. KÖNIG, Optik **3**, 101 [1948].

<sup>5</sup> L. REIMER, Z. Naturforsch. **10 a**, 1630 [1955].

<sup>6</sup> L. REIMER, Z. Naturforsch. **11 a**, im Druck.

<sup>7</sup> L. NÉEL, C. R. Acad. Sci., Paris **224**, 1488 [1947].

<sup>8</sup> C. KITTEL, Phys. Rev. **70**, 96 [1946].



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitalized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.