

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 43 (1952)
Heft: 24

Artikel: Zerstörungsfreie Schichtdickenmessung nach magnetischen Methoden
Autor: Buchmüller, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059205>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

dass die vollbadverzinkten Eisen in Beton besser haften als schwarze Eisen. Die Ergebnisse der zur Zeit laufenden Versuche über das letztere Problem dürften zu einem spätern Zeitpunkt aus den Reihen des VSVI zur Veröffentlichung gelangen.

In seinen Schlussfolgerungen über die Dauerversuche für den Unterwasserrostschutz gelangt Friedli zur allgemeinen Feststellung, dass die Verzinkung sich durch eine bemerkenswerte Korrosionsbeständigkeit auszeichne. Auch die vorstehenden Ausführungen haben erläutert, dass die Vollbadverzinkung auf den ihr zustehenden Gebieten

die an sie gestellten Anforderungen erfüllt oder weit übertrifft. Ferner ist auch die stetig steigende Produktion solcher Zinküberzüge und ihre Einführung in neue Anwendungsgebiete ein sicheres Zeichen dafür, dass ihre immer wieder unter Beweis gestellte Wirtschaftlichkeit anerkannt wird. Die Ersteller von Unterwasserkonstruktionen dürfen in Zukunft ebenfalls mit erfreulicheren Ergebnissen rechnen.

Adresse des Autors:

R. Gloor, Direktor der Verzinkereiwerke A.-G. Kummeler & Matter, Däniken, Präsident des Verbandes der Schweizerischen Verzinkungs-Industrie.

Zerstörungsfreie Schichtdickenmessung nach magnetischen Methoden

Von F. Buchmüller, Bern

531.717.082.74

Die Wirkungsweise und der Aufbau einiger auf magnetischer Grundlage beruhender Dickenmessgeräte wird beschrieben und die Fehlerquellen sowie deren Vermeidung kurz besprochen.

Description du fonctionnement et de la construction de quelques appareils destinés à mesurer l'épaisseur et basés sur un principe magnétique, avec indication des différentes sources d'erreur ainsi que de la façon de les éviter.

Die Wirkungsweise der Messgeräte, welche gestatten, die Dicke eines nicht magnetischen Überzuges, z. B. einer Zinkschicht, auf einer Eisenunterlage zu messen, ist dadurch gekennzeichnet, dass das zu untersuchende Objekt einen magnetischen Nebenschluss zu dem, an einer Stelle nur teilweise geschlossenen, magnetischen Kreis der Messanordnung bildet. Durch eine mehr oder weniger grosse Annäherung des Gerätes oder des Tasters an das zu prüfende Werkstück, mit anderen Worten durch die mehr oder weniger grosse Dicke der Zinkschicht, erfährt der Fluss des Instrumentenkreises eine mehr oder weniger grosse Änderung. Diese Änderung des Flusses, als Mass der Dicke des Überzuges bzw. der Zinkschicht, kann auf verschiedene Weise gemessen werden, je nachdem es sich um einen Gleichfluss oder um einen Wechselfluss handelt. Es sind daher hauptsächlich zwei Arten von Geräten im Gebrauch, solche bei denen die Erzeugung des Flusses durch einen permanenten Magneten erfolgt, und solche, bei denen die Erzeugung durch einen mit Wechselstrom erregten Elektromagneten erfolgt. Bei den mit einem permanenten Magneten versehenen Geräten geschieht die Messung mit einer Anordnung, wie sie bei den sogenannten Dreheiseninstrumenten verwendet wird. Ein kleines an einer Drehachse befestigtes Eisenstück erfährt im Magnetfeld eine der Stärke des Flusses entsprechende Auslenkung, wobei das auf das Eisenstück wirkende Drehmoment durch eine Spiralfeder kompensiert wird¹⁾.

Bei den Geräten, die mit einem durch Wechselstrom gespeisten Elektromagneten versehen sind, bewirkt die durch den magnetischen Nebenschluss erzeugte Flussänderung eine Änderung der Impedanz der Erregerspule. Im einfachsten Fall kann ein solches Gerät aus einem U-förmigen, mit einer Erregerspule versehenem Eisenkern bestehen, der auf das zu prüfende Werkstück aufgesetzt wird. Bei konstanter Erregerspannung bildet die Grösse des Magnetisierungsstromes ein Mass für die Grösse des Flusses. Die relativ kleinen Änderungen des Magnetisierungsstromes lassen sich mit einem den gesam-

ten Magnetisierungsstrom messenden Instrument nur ungenau messen, so dass ein solches Gerät, auch infolge anderer weiter unten erwähnter Nachteile, nur bescheidenen Ansprüchen genügt. Ein empfindlicheres Messgerät lässt sich unter Verwendung einer Brückenschaltung aufbauen. Zwei benachbarte Zweige enthalten zwei Widerstände, die beiden anderen zwei Spulen mit Eisenkernen, wobei die eine Spule als beweglicher Taster ausgebildet und die andere fest in die Anordnung eingebaut ist. An die eine Diagonale wird eine durch einen Widerstand regulierbare Wechselspannung (50 Hz) angelegt, in die andere Diagonale ist ein über einen Gleichrichter gespeistes Milli-Ampèremeter als An-

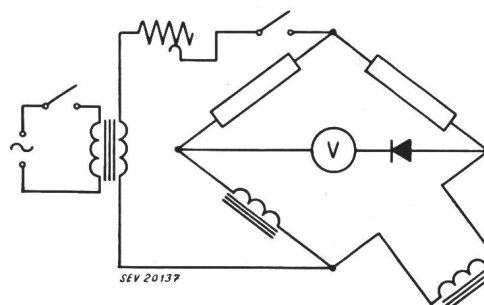


Fig. 1

Brückenschaltung eines Schichtdickenmessers nach elektromagnetischem Prinzip

zeigeelement eingebaut (Fig. 1). Der Abgleich der Brücke wird so vorgenommen, dass beim Aufsetzen des Tasters auf eine Eisenplatte von passenden Abmessungen die Brücke abgeglichen ist. Durch Auflegen von Messingplättchen bekannter Dicke auf die Eisenplatte kann die Eichung des Gerätes vorgenommen werden. Um eine Beschädigung des Anzeigeinstrumentes bei nicht aufgesetztem Taster, also stark gestörtem Brückenabgleich, zu vermeiden, wird die Meßspannung erst beim Aufsetzen des Tasters durch einen Druckknopf eingeschaltet. Änderungen der Meßspannung infolge Schwankungen der Netzspannung können, wie erwähnt, durch einen Regulierwiderstand ausgeglichen werden. Die Meßspannung ist dann richtig eingestellt, wenn beim Aufsetzen des Tasters auf

¹⁾ siehe Fig. 9, S. 977.

eine Tastplatte (Eisenplatte mit Messingplättchen) das Instrument auf eine bei der Eichung bestimmte Marke einspielt.

Um eine möglichst gute Übereinstimmung der Messwerte mit den effektiven Schichtdicken zu erhalten, muss sowohl bei der Konstruktion und Eichung, als auch bei der Anwendung des Gerätes gewissen Fehlerquellen Rechnung getragen werden. Es betrifft dies in der Hauptsache den Einfluss von Unebenheiten und Rauigkeiten der Oberfläche, sowie der magnetischen Eigenschaften und Abmessungen der Schichtunterlage, also des Eisens. Der Einfluss von Unebenheiten sowie der Rauigkeit kann dadurch verringert werden, dass die Messung möglichst punktförmig vorgenommen wird und die Messfläche des Tasters daher eine dem Rauigkeitsgrad angepasste, nicht zu grosse Fläche aufweist. In dieser Hinsicht ist die an letzter Stelle beschriebene Messanordnung den beiden erstgenannten Anordnungen überlegen, da bei dieser, dank der grossen Empfindlichkeit, eine praktisch punktförmige Messung möglich ist, während bei den anderen Verfahren eine grössere Oberfläche in die Messung einbezogen werden muss.

Was nun den Einfluss der magnetischen Eigenschaften des Eisens anbetrifft, so besteht eine gewisse Möglichkeit, denselben bei der Konstruktion durch Wahl einer geeigneten Induktion zu verringern. Wichtiger ist aber, dass bei der Eichung die als Unterlage der Messingplättchen verwendete Eisenplatte hinsichtlich der Eisenqualität und den Abmessungen (Dicke) möglichst genau dem zu untersuchenden Material entspricht. Damit sowohl bei der Eichung als auch bei der Verwendung möglichst alle Streulinien des magnetischen Kreises erfasst werden, ist es zweckmässig, wenn die räumliche Ausdehnung dieses Feldes nicht zu ausgedehnt ist. Mit dieser Massnahme wird auch erreicht, dass benachbarte Konstruktionsteile das Messresultat nicht beeinflussen. Auch in diesem Punkt ist diese Anordnung den ersteren überlegen.

Über die Messgenauigkeit können einige im Eidg. Amt für Mass und Gewicht ausgeführte Versuche Aufschluss geben. Es handelt sich dabei um ein in der Brückenschaltung arbeitendes Gerät mit Netz-

anschluss²⁾. Dasselbe hatte zwei Messbereiche, einen von 0...0,5 mm und einen von 0...3 mm, wobei für die Messung von Zinkschichten nur der erstere von Interesse ist. Zur Prüfung wurden Plättchen bekannter Dicke aus Messing, die auf Eisenplatten verschiedener Provenienz aufgelegt wurden, nachgemessen. Als Eisenunterlage wurde sowohl gewöhnliches Walzeisen (Flacheisen, U-Profil, usw.) als auch magnetisch weiches schwedisches Eisen verwendet. Ferner wurde bei den Versuchen die Netzspannung um $\pm 5\%$ variiert. Es ergab sich dabei eine Streuung der Messresultate, entsprechend einer Unsicherheit der Dickenmessung von $\pm 0,01$ mm. Wenn dieses Resultat angesichts der vielen Fehlerquellen als nicht ungünstig bezeichnet werden kann, so erscheint es nicht ausgeschlossen, dass noch eine Verbesserung, sowohl durch die Ausgestaltung des Tasters als auch des elektrischen Kreises, möglich ist.

Bei den vorgenannten Versuchen wurde mit ebenen, glatten Flächen gearbeitet, so dass dem Einfluss der Rauigkeit, wie er bei gespritzten Flächen auftritt, nicht Rechnung getragen wurde. Diese Fehlerquelle kann dadurch vermieden werden, dass man so vorgeht, wie im folgenden Artikel: «Beitrag zur Prüfung der Dicke und der Haftfestigkeit gespritzter Rostschutz-Zinkschichten» von H. Oertli angegeben ist. Ein anderer Weg wäre der, dass man wie bei der Eichung, eine mit Zink bespritzte Testplatte benützt, deren Zinkschichtdicke durch Wägung der Platte vor und nach dem Bespritzen bestimmt wurde. Mit dieser Testplatte würde das Gerät eingestellt, so dass dann die Messungen am Objekt unter gleichen Bedingungen erfolgen würden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei Beachtung und Festlegung gewisser Messbedingungen, die auf magnetischer Grundlage arbeitenden Dickenmess-Geräte ein wertvolles Hilfsmittel zur zerstörungsfreien Messung der Dicke von Zinkschichten darstellen.

Adresse des Autors:

F. Buchmüller, dipl. Elektroingenieur ETH, Seftigenstrasse 6, Bern.

²⁾ siehe Fig. 8, S. 976.

Beitrag zur Prüfung der Dicke und der Haftfestigkeit gespritzter Rostschutz-Zinkschichten

Von H. Oertli, Bern

621.793.7 : 669.5 : 620.17

Bei der zerstörungsfreien Bestimmung der Zinkmenge und der Zinkschichtdicke sind Meinungsverschiedenheiten möglich. Besteller und Metallisierwerk sollten deshalb rechtzeitig den konventionellen Zusammenhang zwischen Zinkmenge und Zinkschichtdicke und das Verfahren der Dickenmessung festlegen. Eine gute Haftfestigkeit ist noch wichtiger als das genaue Einhalten der verlangten Mindestschichtdicke. Zur Prüfung der Haftfestigkeit wendete der Verfasser an praktischen Objekten die «Hammerprobe» und in geringerer Zahl von Stichproben die «Meisselprobe» an.

Des divergences de points de vue peuvent se produire au sujet de la détermination de la quantité de zinc et de l'épaisseur de la couche de zinc, sans destruction de la matière. Le commettant et l'atelier de métallisation devraient donc convenir à l'avance du rapport entre la quantité de zinc et l'épaisseur de la couche. La qualité de l'adhérence a toutefois une plus grande importance que le maintien de l'épaisseur minimum de zinc exigée. Pour contrôler l'adhérence, l'auteur a procédé à l'essai au marteau sur des objets pratiques et à l'essai au ciseau sur un petit nombre d'échantillons.

Bei der Rostschutz-Spritzverzinkung ist es üblich, dass in Bezug auf die haftende Zinkmenge der Besteller verlangt und das Metallisierwerk garantiert: entweder a) nur die Mindest-Zinkschichtdicke

oder
oder

b) nur die Mindest-Zinkmenge in g/m²
c) die Mindest-Zinkmenge in g/m² und dazu die entsprechende Mindest-Zinkschichtdicke.