

Schichtdicken zerstörungsfrei messen

Schichtdickenmessungen sind in der Oberflächentechnik unverzichtbar. Der folgende Beitrag beschreibt die am häufigsten eingesetzten, zerstörungsfreien Messverfahren und gibt Tipps zum Kalibrieren.

Dr. Hendrik Brenig

Werkstoffe oder Bauteile werden aus unterschiedlichsten Gründen mit einer Schicht aus einem anderen Werkstoff überzogen. Dies kann eine Lackierung, eine galvanische Schicht oder eine Komponente einer mehrlagigen Schichtstruktur sein. Gründe dafür können neben funktionellen Anforderungen, wie zum Beispiel Korrosionsschutz, auch dekorative Zwecke sein, wie bei Autolackierungen oder Glanzverchromungen. Bei der Herstellung der Schichten spielt deren Dicke eine wichtige Rolle, um das Schichtmaterial ressourcenschonend einzusetzen, eine ausreichende Schutzfunktion zu gewährleisten, Gewicht zu sparen oder eine bestimmte Maßhaltigkeit zu garantieren.

Zerstörungsfreie Messung

Für die zerstörungsfreie Schichtdickenmessung werden in der Praxis hauptsächlich zwei Verfahren eingesetzt: das Magnet-Verfahren nach DIN EN ISO 2178 und das Wirbelstrom-Verfahren nach DIN EN ISO 2360.

Das Magnet- beziehungsweise das magnet-induktive Verfahren dient der zerstörungsfreien Schichtdickenmessung nichtmagnetischer Überzüge auf magnetischen Grundmetallen (ferromagnetischer Grundwerkstoff, also Eisen und Stahl). Die zu messenden Schichten müssen unmagnetisch sein, wie zum Beispiel Lacke, Farben, Emaillie, Kunststoffe, Gum-

mi, Glas, Aluminium, Blei, Chrom, Kupfer, Messing, Zink oder Zinn.

Das Wirbelstrom-Verfahren ermöglicht die zerstörungsfreie Schichtdickenmessung (elektrisch) nichtleitender Überzüge auf nichtmagnetischen metallischen Grundwerkstoffen wie zum Beispiel Aluminium oder Aluminium-Legierungen, Kupfer, Messing, Zink oder Zinkdruckguss. Die zu messenden Schichten müssen elektrisch isolierend sein, also beispielsweise Lacke, Farben, Kunststoffe, Gummi, Glas, Keramik, aber auch Emaillie und Eloxal-Schichten.

Magnet-induktives Verfahren

Beim magnet-induktiven Verfahren wird eine um einen Eisenkern (Sondenpol) gewickelte Erregerspule von einem niederfrequenten Wechselstrom durchflossen. Hierdurch wird ein magnetisches Wechselfeld im Luftraum um die Pole des Eisenkerns erzeugt (*Bild 1*).

Bei Annähern des Poles an ein Eisenteil wird das magnetische Feld verstärkt, und die in einer zweiten Spule (Mess-Spule) erzeugte Spannung erhöht sich. Diese Spannung ist nicht-linear abhängig vom Abstand zwischen Sondenpol und Eisen. Durch Aufsetzen des Mess-Sensors auf die Schicht ergibt sich ein definierter Abstand des Pols zum Eisen und damit eine definierte Spulenspannung. Diese wird elektronisch ausgewertet und als Schichtdicke digital angezeigt.

Wirbelstromverfahren

Beim Wirbelstrom-Verfahren wird nur eine einzige Spule benutzt, die von einem hochfrequenten Wechselstrom durchflossen wird (*Bild 2*). Das hierdurch erzeugte elektromagnetische Wechselfeld induziert beim Annähern der Spule an ein Metall einen Wechselstrom, den sogenannte Wirbelstrom, der kreisförmig im Metall fließt. Dieser Wirbelstrom beziehungsweise das durch ihn erzeugte elektromagnetische Wechselfeld schwächt das ursprüngliche Feld. Die Auswirkung auf die Spule ist eine Änderung ihrer Induktivität, einer charakteristischen Eigenschaft jeder Spule.

Durch Aufsetzen des Mess-Sensors auf die Schicht ergibt sich ein definierter Abstand der Spule zum Nichteisen-Metall und damit eine definierte Spulen-Induktivität. Diese wird elektronisch ausgewertet und als Schichtdicke digital angezeigt.

In einigen Geräten werden beide Spulensysteme so im Mess-Sensor angeordnet, dass das Wechselfeld beider Spulen – das niederfrequente und das hochfrequente Wechselfeld – beim Aufsetzen des Sensors auf den Messgegenstand beeinflusst wird. Die Messsignale der beiden Spulen werden elektronisch mit Hilfe eines Mikroprozessors automatisch so ausgewertet, dass das dem Grundwerkstoff entsprechende Messverfahren ausgewählt werden kann und die richtige Schichtdicke angezeigt wird. Eine vorherige Festlegung auf

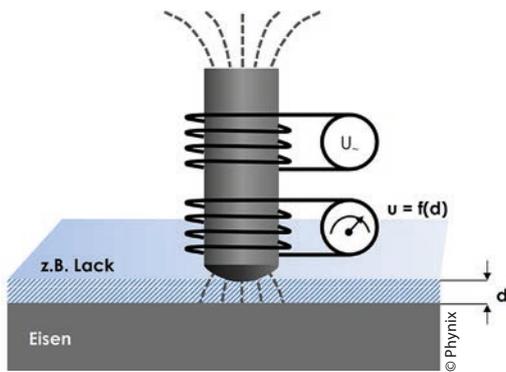


Bild 1 > Messsonde nach dem magnet-induktiven Verfahren

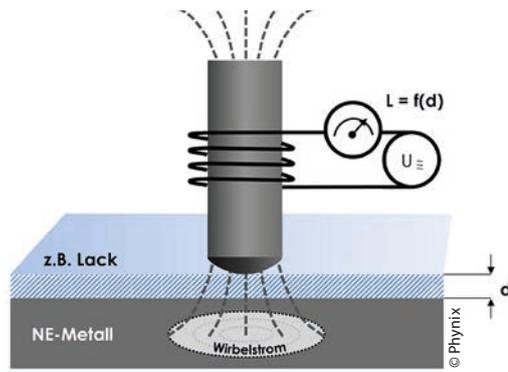


Bild 2 > Messsonde nach dem Wirbelstrom-Verfahren

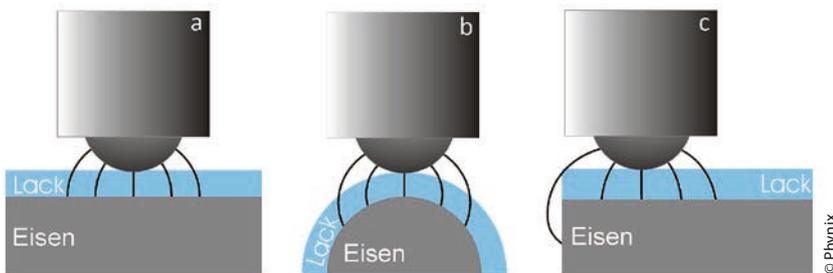


Bild 3 > Feldlinienverlauf auf ebener Fläche (a), auf Zylinder (b) und an einer Kante (c)

einen Grundwerkstoff oder ein Messverfahren ist dann nicht notwendig.

Kalibrierfreies Messen, Nullung

Beide Messverfahren setzen einen ungestörten Verlauf der magnetischen Feldlinien voraus (Bild 3a). Dies ist jedoch nicht gegeben, wenn die Sonde zum Beispiel auf eine gekrümmte Oberfläche (Bild 3b) oder an einer Kante (Bild 3c) aufgesetzt wird.

In der Regel werden für die Messsonden Grenzgeometrien angegeben, deren Unterschreitung eine Kompensation notwendig macht. Diese Grenzgeometrien beziehen sich dann zum Beispiel auf die Messfläche, auf konvexe oder konkave Krümmungsradien, auf den Abstand zu Kanten oder auf die Dicke des Messobjektes.

In den beiden gezeigten Beispielen (3b, 3c) wird das magnetische Feld in der Messspule trotz gleicher Schichtdicke nicht so stark sein wie auf der ebenen Fläche (3a), schematisch erkennbar an der Verlängerung der Feldlinien. Damit würde die Schichtdicke zu groß angezeigt werden.

In solchen und ähnlichen Fällen (Messungen in Nuten, Messungen auf sehr dünnen Blechen) kann das Messgerät auf

diese besonderen geometrischen Messbedingungen abgestimmt werden. Bei dieser Nullung- oder Ein-Punkt-Kalibrierung genannten Prozedur wird die Sonde mehrmals an der gleichen Stelle auf ein unbeschichtetes Messobjekt aufgesetzt. Dadurch kann das Gerät den veränderten Feldverlauf kompensieren, was einem Nullabgleich entspricht. Wichtig ist dabei, dass die Nullung tatsächlich an der gleichen Stelle und in ähnlicher Weise am unbeschichteten Messobjekt durchgeführt wird wie später die Messung am beschichteten Objekt.

Die den meisten Geräten beigegebenen Nullplatten sind daher für eine Nullung nicht geeignet, da sie ja eben nicht den veränderten Feldverlauf abbilden, sondern den Idealfall einer Messung auf einer ebenen Fläche. Stattdessen dienen diese Nullplatten ausschließlich der Kontrolle der Messunsicherheit bei idealen Bedingungen.

In der Praxis kommen schwierige Messgeometrien selten vor, so dass meist mit der voreingestellten Werkskalibrierung gemessen werden kann. Einige Branchen arbeiten aber regelmäßig mit vielen verschiedenen, kleinen oder stark gekrümmten Werkstücken, zum Beispiel bei der

Galvanisierung oder Beschichtung von Schrauben. Dann wäre es unpraktikabel, bei jedem Wechsel der Schraubenart eine Nullung an einem unbeschichteten Muster vorzunehmen.

Diese Branchen profitieren besonders von Schichtdickenmessgeräten, die viele verschiedene Kalibrierungen unter einem frei wählbaren Dateinamen (Produktname, Artikelnummer) abspeichern können. Mit diesen Geräten wird die Nullung an den verschiedenen Produkt-Typen einmal durchgeführt und dann abgespeichert. Danach stehen die verschiedenen Kalibrierungen für die unterschiedlichen Produkt-Typen jederzeit in Sekundenschnelle zur Verfügung, ohne dass die unbeschichteten Muster bei der Messung vor Ort vorhanden sein müssen. //

Der Autor

Dr. Hendrik Brenig

Phynix GmbH & Co.KG, Köln,
Tel. 0221 17964 30, hendrik.brenig@phynix.de,
www.phynix.de