

Messung von Schichtdicken  
**Magnetische Verfahren zur Messung der Dicken  
von nichtferromagnetischen Schichten  
auf ferromagnetischem Werkstoff**

**DIN**  
**50 981**

Measurement of coating thickness; magnetic methods for measurement of thickness of non-ferromagnetic coatings on ferromagnetic material

Mesure de l'épaisseur du revêtement; méthodes magnétiques pour le mesurage de l'épaisseur des couches non-ferromagnétiques sur matériel ferromagnétique

*Zusammenhang mit der Internationalen Norm ISO 2178-1972, siehe Erläuterungen.*

### 1 Zweck und Anwendungsbereich

In dieser Norm werden Verfahren zur zerstörungsfreien Messung der Dicke nichtferromagnetischer Schichten auf ferromagnetischen Grundwerkstoffen mit Hilfe von magnetisch arbeitenden Meßgeräten festgelegt.

Die Begriffe über Schichtdicke und Oberflächenbereiche enthält DIN 50 982 Teil 1, die Übersicht und Zusammenstellung der gebräuchlichen Meßverfahren DIN 50 982 Teil 2 und Hinweise zur Auswahl von Verfahren und Durchführung der Messungen DIN 50 982 Teil 3.

### 2 Mitgeltende Normen

- DIN 50 982 Teil 1 Messung von Schichtdicken; Allgemeine Arbeitsgrundlagen; Begriffe über Schichtdicke und Oberflächenmeßbereiche
- DIN 50 982 Teil 3 Messung von Schichtdicken; Allgemeine Arbeitsgrundlagen; Auswahl der Verfahren und Durchführung der Messungen

### 3 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Den magnetisch arbeitenden Meßgeräten liegen verschiedene Meßprinzipien zugrunde.

Beim Haftkraft-Prinzip nutzt man die Abhängigkeit der Anziehungskraft vom Abstand zwischen einem Dauermagneten und dem ferromagnetischen Grundwerkstoff zur Messung der Schichtdicke aus. Der Abstand ist durch die Dicke der Schicht gegeben.

Beim magnetisch-induktiven Meßprinzip wird die Abhängigkeit des magnetischen Flusses, der von der Meßsonde durch die nichtferromagnetische Schicht zum ferromagnetischen Grundwerkstoff fließt, zur Messung der Schichtdicke ausgenutzt. Je dicker die Schicht ist, desto geringer ist der magnetische Fluß.

### 4 Bezeichnung des Verfahrens

Prüfung DIN 50 981 – 79

Benennung \_\_\_\_\_  
DIN-Hauptnummer \_\_\_\_\_  
zwei letzte Ziffern  
des Ausgabejahres \_\_\_\_\_

### 5 Meßgeräte

Im allgemeinen werden handelsübliche Meßgeräte verwendet.

### 6 Einflüsse auf den Meßwert

Die meisten der nachfolgend angegebenen Einflüsse sind auszuschalten, wenn unter den gleichen Einflußbedingungen geeicht und gemessen wird. Korrekturverfahren für Messungen auf gekrümmten Flächen werden in Abschnitt 10 beschrieben.

#### 6.1 Randabstand

Messungen bei zu geringem Abstand der Sondenmitte zum Rand des Meßgegenstandes (Randabstand), zu Kanten, Löchern, Bohrungen sowie Profiländerungen in Sondennähe führen zu Meßfehlern. Der Mindestrandabstand kann bei einigen Meßgeräten bis 20 mm betragen. Durch Eichen auf einer dem Meßgegenstand in der Form genau entsprechenden Vergleichsprobe kann der Einfluß des Randabstandes auf den Meßwert vermindert werden.

#### 6.2 Oberflächenkrümmung

Auch Oberflächenkrümmungen können die Meßwerte beeinflussen. Sie bleiben ohne Einfluß, wenn der auf ebenen Eichproben eingestellte Anfangswert auf einer gekrümmten Vergleichsprobe mit gleicher Schichtdicke erhalten bleibt.

Ist ein Einfluß feststellbar, kann auch auf gekrümmten Oberflächen ein Eichen nach Abschnitt 7 erfolgen.

Fortsetzung Seite 2 bis 5  
Erläuterungen Seite 5

### 6.3 Mindestdicke des Grundwerkstoffs

Die erforderliche Mindestdicke des Grundwerkstoffs hängt von der Sonde des Meßgerätes ab. Wenn vom Gerätehersteller keine Angabe über die erforderliche Mindestdicke des Grundwerkstoffs vorliegt, muß die erforderliche Mindestdicke experimentell ermittelt werden. Hierzu wird auf gleichartigem dicken Grundwerkstoff gemessen. Dabei kann der Grundwerkstoff ohne oder mit Schicht vorliegen oder mit aufliegender Folie versehen sein. Die Dicke von Schicht oder Folie muß konstant und möglichst gering sein. Die Dicke des Grundwerkstoffs, bei der gerade noch keine Beeinflussung des Meßwertes auftritt, ist die erforderliche Mindestdicke des Grundwerkstoffs.

Um bei einem Grundwerkstoff mit zu geringer Dicke die erforderliche Mindestdicke zu erreichen, ist es zulässig, bündig einen gleichen Werkstoff zu hinterlegen.

### 6.4 Oberflächenrauheit, Oberflächenreinheit

Rauhe Oberflächen bewirken sowohl systematische als auch zufällige Fehler. Über die systematischen Fehler sind gegebenenfalls Vereinbarungen zu treffen, was als Schichtdicke zu gelten hat. Der zufällige Fehler läßt sich durch eine größere Anzahl von Einzelmessungen verringern.

Verunreinigungen auf der Oberfläche, die einen direkten Kontakt der Meßsonde mit der Meßstelle verhindern, sind zu vermeiden oder in geeigneter Weise zu entfernen.

### 6.5 Aufsetzen der Meßsonde

Die Meßsonde soll senkrecht auf der zu prüfenden Meßstelle stehen, da die Schichtdickenanzeige vom Winkel, unter dem die Meßsonde aufgesetzt wird, abhängig ist. Im allgemeinen steht die Meßsonde senkrecht, wenn der niedrigste Wert angezeigt wird.

Eine auf einwandfrei glatten und ebenen Flächen erkennbare starke Neigungsabhängigkeit deutet auf abgenutzte Meßpole hin. Diese sind dann zu ersetzen.

Werden Messungen nach dem Haftkraft-Prinzip mit Geräten ausgeführt, bei denen das Meßsystem nicht im Schwerpunkt gelagert ist, so ist ein Eichen in der entsprechenden Lage erforderlich.

### 6.6 Kontaktkraft

Die Kontaktkraft, mit der die Meßpole der Meßsonde aufliegen, ist konstant und so gering zu halten, daß auch bei weicheren Werkstoffen keine den Meßwert herabsetzende Verformung der Schicht auftreten kann. Dies ist auch bei Phosphatschichten zu beachten. In vielen Fällen kann durch Auflegen von steifen Folien, deren Dicke dann vom Meßwert abgezogen werden muß, noch auf weicheren Schichtwerkstoffen gemessen werden.

### 6.7 Magnetische Fremdfelder und Restmagnetismus

Messungen in der Nähe störender magnetischer Fremdfelder sind zu vermeiden.

Vorhandener Restmagnetismus im Grundwerkstoff kann je nach Meßgerät zu mehr oder weniger großen Meßfehlern führen.

Bei weichmagnetischen Grundwerkstoffen wie z. B. bei Baustählen, Tiefziehblechen usw. ist dies im allgemeinen nicht der Fall.

### 6.8 Magnetische Bestandteile im Schichtwerkstoff

Ferromagnetische Bestandteile in der Schicht, z. B. bestimmte Pigmente, können den Meßwert beeinflussen. Die Schicht der Vergleichsproben soll in diesen Fällen die gleichen magnetischen Eigenschaften wie die Schicht der Meßgegenstände haben, oder es muß ein Korrekturfaktor eingesetzt werden, der die unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften berücksichtigt. Auch die Verwendung einer Korrekturkurve ist möglich.

### 6.9 Leitfähigkeit der Schicht

Magnetisch-induktive Geräte mit Meßfrequenzen über 200 Hz können in dicken Schichten, besonders wenn diese eine hohe Leitfähigkeit aufweisen, unerwünschte Wirbelströme erzeugen, die durch ihre Rückwirkung auf die Meßsonde den Meßwert verfälschen. Auf die entsprechenden Angaben des Geräteherstellers ist zu achten.

### 6.10 Bearbeitungsrichtung des ferromagnetischen Grundwerkstoffs

Wenn sich bei Verwendung zweipoliger Meßsonden unterschiedliche Meßwerte in Abhängigkeit von der mechanischen Bearbeitungsrichtung des Grundwerkstoffs ergeben, müssen die Messungen auf dem Werkstück und auf der Vergleichsprobe in gleichem Winkel zur Bearbeitungsrichtung erfolgen. Ist dies aus irgendeinem Grunde nicht möglich, muß die Meßsonde nach der ersten Messung noch dreimal um je 90° gedreht und aus den vier Einzelmessungen der Mittelwert gebildet werden.

### 6.11 Besonderheiten bei Haftkraft-Meßgeräten

Die Feder zum Abheben des Dauermagnetpols bei Haftkraft-Geräten soll langsam und gleichmäßig gespannt werden. Beim Eichen und während des Messens muß die Feder mit gleicher Geschwindigkeit gespannt werden.

Bei der Messung von dünnen Schichten muß ein durch Öl usw. bedingter Klebeeffekt durch Reinigen der Meßstelle und des Meßpoles verhindert werden.

## 7 Eichen der Geräte mit Vergleichsproben

### 7.1 Eichen

Vor Beginn der Messungen, bei Änderung von Meßbedingungen und während der Messung in bestimmten Zeitabständen (z. B. 2 bis 3 Stunden) ist das Meßgerät anhand von Vergleichsproben mit bekannter Schichtdicke (siehe Abschnitt 7.2) zu eichen.

Änderungen von Meßbedingungen liegen u. a. vor:

bei Form- und Rauheitsänderung des Meßgegenstandes;  
bei wesentlicher Permeabilitätsänderung des Grundwerkstoffs und

bei Temperatureinfluß, der z. B. auch durch spezielle Wärmebehandlung des Meßgegenstandes hervorgerufen werden kann.

Das Eichen soll, sofern das Gerät es zuläßt, als 2-Punkt-Einstellung, d. h. Einstellung im Bereich des Skalenanfangs und möglichst Einstellung in der Nähe der erwarteten Schichtdicke oder im Endbereich der Skale, ausgeführt werden.

Geräte, bei denen nur eine 1-Punkt-Einstellung vorgesehen ist, sind mit Vergleichsproben zu eichen, die in der Nähe der erwarteten Schichtdicke liegen.