

BESTIMMUNG DER TROCKENSCHICHTDICKE BEI METALLISCHEN UNTERGRÜNDE

IM MALER- UND LACKIERERHANDWERK

 **Merkblatt 01- 09/2020**



Bestimmung der Trockenschichtdicke bei metallischen Untergründen

IM MALER- UND LACKIERERHANDWERK

Es ist gängige Praxis, dass bei Beschichtungsarbeiten als vertragliche Grundlage u. a. einzuhalten- de Schichtdicken vereinbart werden. Oftmals ist es jedoch für den Auftraggeber, schwierig die Schichtdickenmessung normgerecht anzuwenden, bzw. die Geräte hersteller- und normgerecht zu bedienen, vor allem wenn er nicht mit der Lacktechnik vertraut ist. Das ist wichtig, da, bei falscher Anwendung, unterschiedliche, nicht reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden können.

Dieses Merkblatt soll eine Hilfestellung hierfür sein.

Vertragliche Grundlagen

Abhängig von den vertraglichen Grundlagen existieren im Maler- und Lackiererhandwerk Vorgaben über die bei Beschichtungsarbeiten zu erzielenden Schichtdicken.

Bei Maler- und Lackiererarbeiten nach DIN 18363 gibt es für die Beschichtung der verschiedenen Untergründe Regelangaben zur Anzahl der Schichten, die aufgebracht werden müssen (z. B. Grund-, Zwischen- und Schlussbeschichtung), es werden jedoch keine Sollschichtdicken festgelegt. Ausnahmen sind spezielle Anwendungsgebiete wie z. B. Brandschutzbeschichtungen.

Im Geltungsbereich der DIN 18364 (Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten) müssen jedoch Sollschichtdicken eingehalten werden.

Gleiches gilt für den Stahlbau und auch Metallbau, wenn statisch relevante Bauteile (ggf. z. B. Balkone, Treppen, Geländer) im Geltungsbereich der DIN EN 1090-2 beschichtet werden sollen.

Begriffe

Sollschichtdicke

festgelegte Trockenschichtdicke für einzelne Schichten oder das gesamte Beschichtungssystem

Trockenschichtdicke

Dicke einer Beschichtung, die nach der Härtung auf der Oberfläche verbleibt

Höchstschichtdicke

höchste zulässige Trockenschichtdicke, oberhalb der die Eigenschaften einer Beschichtung oder eines Beschichtungssystems beeinträchtigt sein können

Mindestschichtdicke

festgelegte Trockenschichtdicke, die nicht unterschritten werden darf

Schichtdickenschwankungen

Bei der handwerklichen Beschichtung, unabhängig davon, ob sie händisch oder mit Gerätetechnik appliziert wird, sind Schichtdickenschwankungen unvermeidlich. Dies kann physikalisch durch die Geometrie der Objekte (Kantenflucht) bedingt sein oder durch Zugänglichkeit, wenn Objekte nicht demontiert werden können, um sie zu beschichten.

Deswegen werden für vertraglich festgelegte Sollschichtdicken Annahmekriterien (also ein Toleranzbereich) vereinbart, innerhalb dessen dann die tatsächliche Trockenschichtdicke liegen darf.

Als Annahmekriterium für Maximal- und Minimal- schichtdicken wird in ISO 19840 die sog. 80/20-Regel festgelegt, d. h. 20 % der Einzelmesswerte dürfen zwischen 80 % und 100 % der Sollschichtdicke liegen, sofern der Mittelwert größer/gleich der Sollschichtdicke ist (s. a. Beispiel unten). Wenn nichts vereinbart ist, ist nach DIN EN ISO 12944 die Messung der Trockenschichtdicke nach ISO 19840 auszuführen und zu bewerten.

Messmethoden¹

Zerstörende Messung

Bei einer zerstörenden Messung wird eine Materialprobe entnommen oder die Beschichtung, meist mittels Keilschnitt, zerstört. Die Dicke der Beschichtung kann z. B. als Differenz mit Tiefenmessschrauben oder Tiefenmessuhren bestimmt werden, ebenso ist eine optische Vermessung mit dem Keilschnittgerät oder Mikroskop (Querschnitt) möglich.

Als Vorteile der zerstörenden Messung sind die Unterscheidung der Einzelschichten und bei der mikroskopischen Messung die hohe Genauigkeit zu nennen. Weiter können die mikroskopischen Aufnahmen auch fotografisch dokumentiert werden.

Nachteil ist eben die Zerstörung der Beschichtung.

Deshalb wird diese Messmethode zur Beschichtungsüberwachung in der Praxis kaum angewandt.

Zerstörungsfreie Messung

Zur zerstörungsfreien Messung gibt es unterschiedliche Verfahren. Aktuell haben sich in der Praxis für Eisen- und Nichteisenmetalle zwei Verfahren bewährt und werden am häufigsten angewandt:

- Magnetisch induktive Schichtdickenmessung für Eisenmetalle (Stahl): Hierbei wird die Schichtdicke durch die Änderung des magnetischen Flusses ermittelt.
- Wirbelstromverfahren für nicht magnetische Untergründe (z. B. Aluminium, Edelstahl): Diese werden mittels Wirbelstromverfahren geprüft. Bei diesem Verfahren wird im Nichteisenmetall ein alternierendes Feld erzeugt.

Das Feld erzeugt im Substrat Wirbelströme welche wiederum Magnetfelder aufweisen. Diese Felder dienen dem Messgerät als Orientierung.

In der Regel erfolgt die Messung in der Praxis mit Kombigeräten. Diese weisen entweder zwei getrenn-

te Messseiten auf oder besitzen eine Sondenkombination, welche den jeweiligen Untergrund automatisch erkennt und die dafür geeignete Messmethode auswählt.

Messunsicherheit: Systematische Fehler und Vergleichbarkeit

Messgeräte sind nicht perfekt und ihre Bediener auch nicht. Deshalb werden in der Norm zur Bestimmung der Schichtdicke mit verschiedensten Verfahren (DIN EN ISO 2808²) auch Fehlerangaben gemacht. Der verfahrensbedingte systematische Fehler (Wiederholung der Messung durch dieselbe Person mit demselben Gerät) liegt z. B. für die magnetisch induktive Schichtdickenmessung und das Wirbelstromverfahren bei $\pm 2 \mu\text{m}$, die Vergleichbarkeit (verschiedene Personen mit dem gleichen Messgerät) bei 3 %.

Bedienfehler

Die (Werks-)kalibrierung der Messgeräte muss in der Regel messtäglich vor dem Einsatz überprüft werden (Verifizierung). Dafür liegen den Geräten Metallplatten und ggf. Folien definierter Dicke bei. Die Metallplatten simulieren ebene Untergründe, die Messung funktioniert dann aber auch nur auf solchen Untergründen.

Messungen auf Kanten oder Schweißnähten, in der Nähe von Kanten, auf gewölbten (konkaven oder konvexen) Flächen verfälschen das Messergebnis. Für konkave oder konvexe Oberflächen bieten einige Messgerätehersteller spezielle Sonden für ihre Messgeräte an (z. B. Messung auf Rohren).

Ebenso legen die Hersteller in ihren Bedienungsanleitungen den Abstand fest, der bei Messungen zu Kanten eingehalten werden muss (in der Regel mind. 5 mm).

¹ Siehe auch DIN EN ISO 2808

² Ausgabe 2007 enthielt eine Tabelle mit herstellerbasierten konkreten Werten, Ausgabe 2019 entsprechende Normenverweise



Prüfungsablauf

- Magnetisch induktive Schichtdickenmessung für Eisenmetalle (Stahl): Hierbei wird die Schichtdicke durch die Änderung des magnetischen Flusses ermittelt.
- Zu beachten ist, dass die zu prüfende Oberfläche eben ist, damit eine gültige Messung möglich ist.
- Vor Beginn jeder Prüfung muss das Prüfgerät justiert werden. Dies geschieht an zwei metallischen Platten, die dem Prüfgerät beiliegen. Eine der beiden Platten ist für Eisenwerkstoffe (Fe, magnetisch induktives Verfahren), die zweite Platte ist für nicht magnetische Metalle, wie z. B. Zink oder Aluminium (nFe, Wirbelstromverfahren).
- Nach DIN EN ISO 2808 wird vorgeschrieben, dass pro Prüfobjekt jeweils drei Messungen durchgeführt werden müssen, und nachfolgend ein Mittelwert bestimmt wird. Für den Offshore-Bereich sollte die Anzahl der Messungen der Bauteilgeometrie angepasst auf 5-10 Messungen erhöht werden.
- Zur Reproduzierbarkeit der Messung wird empfohlen, die Messpunkte zu definieren. Dies erfolgt am einfachsten per Eintrag auf den Bauteilzeichnungen.

Da bei der Wirbelstrom- sowie bei der magnetisch induktiven Schichtdickenmessung eine Abtastung über Feldlinien stattfindet, ist auf einen gewissen Abstand zur Substrat-Randfläche zu achten. Der Abstand sollte zur Sicherung verifizierbarer Messergebnisse mindestens 5 mm betragen.

Abweichung der Schichtdicke nach DIN EN ISO 12944 auf glatten Untergründen

- Der Mittelwert aus allen Messungen muss mindestens gleich der vereinbarten Sollschichtdicke sein.
- Alle Einzelwerte der Trockenschichtdicke müssen mindestens 80 % der Sollschichtdicke betragen.
- Maximal 20 % der Messwerte dürfen die Sollschichtstärke unterschreiten.

Das bedeutet konkret:

- Bei einer Soll-Schichtstärke von 100 µm darf kein Einzelwert unter 80 µm liegen.
- Der Mittelwert der Messungen darf nicht unter 100 µm sein.
- Bei fünf Messpunkten darf nur ein Messpunkt zwischen 80 und 99 µm liegen.

Abweichungen der Schichtdicke nach ISO 19840 bei strukturierten Untergründen

In Deutschland wird in den relevanten Normen und Vertragswerken (VOB /C DIN 18364, ZTV ING Teil 4 Abschn. 3) die Schichtdickenmessung ohne Schichtdickenzuschläge für raue Untergründe vereinbart. Sollte jedoch nur die Normen ISO 19840 oder DIN EN ISO 12944 Vertragsbestandteil sein, ist bei Untergründen unbekannter Rauheit (siehe auch Tabelle 1) pauschal ein Wert von 25 µm vom Mittelwert abzuziehen.

Rauheit nach EN ISO 8503-1	Korrekturwert in µm
Fein	10
Mittel	25
Grob	40
Rauheit nicht bekannt, kein Muster vorhanden	25

Tabelle 1: Rauheit und Korrekturwerte



Eine Übersicht, in welchen Vorschriften Korrekturfaktoren vorgesehen sind, findet sich in folgender Tabelle 2.³

Vorschrift	Schichtdickenmessung nach	Korrekturwert
DIN EN ISO 12944-5	ISO 19840 (falls nicht anders vereinbart)	ja
ZTV-ING Teil 4, Abschnitt 3	DIN EN ISO 2808	nein
DIN EN 1090-2	ISO 19840	ja
VOB Teil C, DIN 18364	DIN EN ISO 2808	Nein

Tab. 2 Regelung der Schichtdickenmessung in verschiedenen Vorschriften

Benutzung und Wartung der Prüfgeräte

- Die Benutzung des Prüfgerätes muss nach Herstellerangaben erfolgen.
- Zusätzlich ist die für das Messgerät spezifische Messtoleranz in die Messung einzubeziehen. Diese sollte, wenn nicht in der Bedienungsanleitung vermerkt, beim Hersteller erfragt werden. Liegt diese bspw. bei (\pm) 2 μ m, sind bei der Berechnung wie im Beispiel glatte Untergründe auch Werte von 78 μ m zulässig.
- Ebenfalls muss eine regelmäßige Kalibrierung durch den Hersteller erfolgen. Das zeitliche Intervall ist ebenfalls der jeweiligen Bedienungsanleitung zu entnehmen bzw. beim Hersteller zu erfragen. Zu jeder Kalibrierung durch den Hersteller wird ein entsprechendes Zeugnis ausgestellt. Dieses dient als entsprechender Nachweis.

³ Quelle: Broschüre

Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme, Verband der deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie e.V. und Bundesverband Korrosionsschutz e.V.