

JOT

Journal für
Oberflächentechnik

Technische Sauberkeit

Automatisierte Prüfung
erhöht Prozesssicherheit

Galvanotechnik

Monitoring erkennt Anomalien
und vermeidet Schäden

Vorbehandlung

Plasma verbessert Haftung
von Lack und Klebstoff

Schwerpunkt: Automotive

**Transparentes
Qualitätsmanagement**



Diskussionen über Schichtdickentoleranzen vermeiden

In der Praxis werden die in der Lackieranweisung vorgegebenen zu erreichenden Trockenschichtdicken häufig sowohl unterschritten als auch überschritten. Dies führt oft zu Diskussionen bei der Freigabe der Beschichtung. Der Artikel zeigt am Beispiel der Bahnindustrie, wie unterschiedlich die normativen Vorgaben sind.

Michael Ruppik

In jeder Lackieranweisung werden die zu erreichenden Trockenschichtdicken angegeben. Da jedoch praktisch kein Lackierer in der Lage ist, diese vorgegebenen Schichtdicken exakt zu spritzen, gibt es in der Praxis auf dem lackierten Objekt unterschiedliche Schichtdicken. Welche Schichtdicken noch zulässig sind, das hängt von den vorgegebenen, zulässigen Schichtdickentoleranzgrenzen ab, die den Bereich angeben, in dem die Beschichtung ihre beabsichtigten Eigenschaften einhält. Diese werden jedoch häufig in der Dokumentation entweder gar nicht oder nur unvollständig angegeben.

Wenn die Angaben fehlen, müssen sie ermittelt und festgelegt werden. Macht der Lackhersteller keine Aussagen, dann werden die Vorgaben aus der Beschichtungsnorm einer Bahn (zum Beispiel DB AG oder SNCF) benutzt. Wenn keine Vorgaben existieren, dann leitet man sie aus anderen Normen her.

Nachfolgend wird gezeigt, wie dabei vorgegangen wird. Die zitierten Verfahren beziehen sich auf Lackierungen für die

Bahnindustrie, können aber auch für Industrielackierung verwendet werden.

Lackiervorschriften – ein Beispiel

Die Schichtdickenangaben der meisten Lackiervorschriften sind relativ einfach, wie zum Beispiel der Aufbau für eine Beschichtung, die aus drei Schichten besteht:

- 80 µm Grundierung
- 60 µm Zwischengrundierung
- 60 µm Decklack

Der Gesamtaufbau beträgt 200 µm.

Drei Bahnnormen – drei Toleranzen

Wenn man den genannten Aufbau aus der Sicht drei verschiedener Bahnnormen betrachtet, zeigt sich deutlich, wie unterschiedlich die zulässigen Toleranzen der Schichtdicken ausfallen können:

Ermittlung der zulässigen Toleranzen nach Vorgaben der Deutschen Bahn (DB AG)

In der DBS 918 301 [Kap. 7, Schichtdicken] ist die Vorgehensweise beschrieben: die an-

gegebenen Schichtdicken sind als Mindestschichtdicken zu betrachten und dürfen nicht unterschritten werden. Wenn vom Lackhersteller nicht anders angegeben, dürfen sie um das 2,5-fache überschritten werden. Somit sind die zulässigen Schichtdickenbereiche wie folgt definiert:

- 80 – 200 µm Grundierung
- 60 – 150 µm Zwischengrundierung
- 60 – 150 µm Decklack

Der zulässige Toleranzbereich für den Gesamtaufbau beträgt 200 – 500 µm.

Ermittlung der zulässigen Toleranzen nach Vorgaben der Französischen Bahn (SNCF)

Die entsprechenden Berechnungsvorgaben findet man in der NF F 19-141-1 Anhang A.2. Der SNCF-Ansatz für die Berechnung der zulässigen Schichtdickentoleranzen ist komplexer als der DB-Ansatz. Die Schichtdicke jeder einzelnen Schicht wird betrachtet. Abhängig davon, ob die Schichtdicken $\leq 100 \mu\text{m}$ oder größer sind, werden unterschiedliche Formeln verwendet:

für $X \leq 100 \mu\text{m}$ Toleranz von $X_{\min} = X - 10 \mu\text{m}$ bis $X_{\max} = X + 30 \mu\text{m}$;

für $X > 100 \mu\text{m}$ Toleranz von $X_{\min} = X - 20 \%$ bis $X_{\max} = X + 20 \%$.

Wobei gilt:

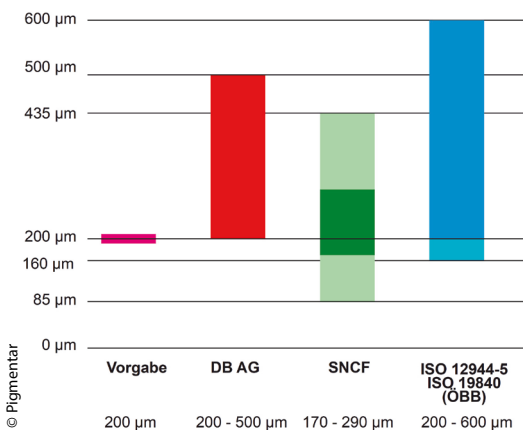
X ist der angegebene Mittelwert aus mehreren Messungen; X_{\min} ist der minimal tolerierte Durchschnittswert; X_{\max} ist der maximal tolerierte Durchschnittswert.

Somit sind die zulässigen Schichtdickenbereiche wie folgt definiert:

- 70 – 110 µm Grundierung
- 50 – 90 µm Zwischengrundierung
- 50 – 90 µm Decklack

Der Zulässige Toleranzbereich für den Gesamtaufbau beträgt 170 – 290 µm.

Für einzelne Messungen erlaubt die NF F19-141-2 zusätzliche Abweichungen, so-



Zulässige Schichtdickentoleranzen in grafischer Darstellung (hellere Bereiche zeigen zulässige örtliche Toleranzen).

fern der Durchschnittswert sich in dem oben genannten Toleranzbereich befindet. Diese Werte werden als örtliche Schichtdicke bezeichnet.

Die zulässigen, minimalen und maximalen, örtlichen Schichtdicken werden wie folgt ermittelt:

Minimale örtliche Schichtdicke:

$$\text{min. } \ddot{\text{TSD}} = X_{\text{min}} / 2$$

Maximale örtliche Schichtdicke:

$$\text{max. } \ddot{\text{TSD}} = 3 \times X_{\text{max}} / 2$$

Somit sind die zulässigen, minimalen und maximalen, örtlichen Schichtdicken im Beispiel wie folgt definiert:

- Grundierung: min. $\ddot{\text{TSD}} = 35 \mu\text{m}$,
max. $\ddot{\text{TSD}} = 165 \mu\text{m}$
- Zwischengrundierung:
min. $\ddot{\text{TSD}} = 25 \mu\text{m}$,
max. $\ddot{\text{TSD}} = 135 \mu\text{m}$
- Decklack: min. $\ddot{\text{TSD}} = 25 \mu\text{m}$,
max. $\ddot{\text{TSD}} = 135 \mu\text{m}$

Für den Gesamtaufbau beträgt die zulässige Toleranz 170 – 290 μm , wobei einzelne, örtliche Schichtdicken im Bereich von 85 bis 435 μm zulässig sind, sofern der gemessene Durchschnittswert in dem Bereich zwischen 170 und 290 μm liegt.

Ermittlung der zulässigen Toleranzen nach Vorgaben der Österreichischen Bundesbahn (ÖBB)

Die ÖBB gibt in ihrer Norm BH 1001 keine Vorgaben für zulässige Toleranzen. Die vorgegebenen Schichtdicken werden als Sollschichtdicken oder auch als Nominalschichtdicken bezeichnet. Das heißt, sie können in gewissem Rahmen sowohl unterschritten wie überschritten werden. Doch wie groß der zulässige Bereich sein darf, darüber schweigt die BH 1001.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, das Problem zu lösen:

1. Man kann sich an anderen Bahnnormen (wie z.B. DBS 918 301 oder NFF 19-141-1) orientieren, die solche Toleranzen bereits festgelegt haben. Der Nachteil dieser Lösung ist jedoch, dass die nationalen Bahnen selten die Normen einer anderen nationalen Bahn akzeptieren.
2. Die zulässigen Toleranzen werden nach einer Norm, die nicht bahngebunden ist aber dennoch allgemein akzeptiert wird, ermittelt: wie ISO 12944, Teil 5 zusammen mit ISO 19840.

Daraus ergibt sich für zulässige Toleranzbereiche:

- a) Nach ISO 12944, Teil 5 beträgt die maximal zulässige Trockenschichtdicke das 3-fache der Nominalschichtdicke. Die minimal zulässige Trockenschichtdicke wird in dieser Norm nach ISO 19840 spezifiziert.
- b) Nach ISO 19840 muss das arithmetische Mittel aller einzelnen Trockenschichtdicken gleich oder größer sein als die Nominalschichtdicke. Allerdings sind einzelne Trockenschichtdicken zwischen 80 und 100 % der Nominalschichtdicke zulässig, sofern die Anzahl dieser gemessenen Schichtdicken weniger als 20 % der Gesamtzahl der Einzelmessungen beträgt.

Somit sind die zulässigen Schichtdickenbereiche wie folgt definiert:

- 80 – 240 μm Grundierung (20 % der Messwerte dürfen zwischen 64 und 80 μm liegen)

- 60 – 180 μm Zwischengrundierung (20 % der Messwerte dürfen zwischen 48 und 60 μm liegen)
- 60 – 180 μm Decklack (20 % der Messwerte dürfen zwischen 48 und 60 μm liegen)

Der zulässige Toleranzbereich für den Gesamtaufbau beträgt 200 – 600 μm (20 % der Messwerte dürfen zwischen 160 und 200 μm liegen).

Auf den Punkt gebracht

Abhängig von der jeweils gewählten Norm für die Berechnung der zulässigen Schichtdickentoleranzen ergeben sich für den gleichen Beschichtungsaufbau unterschiedliche Toleranzbereiche. Die rechtzeitige Festlegung der zulässigen Schichtdickentoleranzen oder Normen, nach denen sie berechnet werden können, kann Diskussionen mit dem Abnehmer bei der Freigabe der fertigen Beschichtung bezüglich der zulässigen Schichtdicken verhindern. Zusätzlich vereinfacht es den Lackierprozess, weil nicht jede Schichtdickenabweichung nachgearbeitet werden muss, sofern sie im Toleranzbereich liegt. //

Autor

Michael Ruppik

Bereich Consulting

Pigmentar GmbH, Bad Sassendorf

m.ruppik@pigmentar.de

www.pigmentar.de

Oltrogge

SCHLÜSSELFERTIGE LACKIERANLAGEN FÜR
DIE HAND- UND AUTOMATIKAPPLIKATION

Engineering und Service
aus einer Hand

www.oltrogge.de | +49 521 3208-444

