

Lackverarbeitung – zuverlässig und kontrolliert

Bei eingehender Betrachtung und Erfassung von Lackierfehlern bei komplexen Beschichtungsaufgaben stechen immer wieder die gleichen Probleme ins Auge. Der vorliegende Artikel greift diese Probleme auf und beschreibt Ursachen, Analysen und Abhilfemaßnahmen.

Ernst-Hermann Timmermann

Komplexe Beschichtungsaufgaben erfordern fachliches Know-how und eine zielgerichtete Analyse potenzieller Fehlerquellen. So spielt beispielsweise die Durchmischung des Lackes eine entscheidende Rolle. Die richtige Durchmischung bei der Verarbeitung von 2K-Lacken ist ein entscheidender Faktor für die Qualität der ausgehärteten Beschichtung. Aus diesem Grund setzen sich automatisierte Mischanlagen immer weiter durch. Diese mischen die Komponenten unmittelbar vor der Applikation mit Hilfe eines sogenannten Statikmischers.

Beim automatisierten Vermischen der zwei Komponenten sind allerdings mögliche Fehlerquellen zu beachten. So kann es einerseits durch technische Defekte an Ventilen zu falschen Dosierungen (zu geringe Mengen Stammlack oder Härter) kommen. Die so erstellten Beschichtungen erreichen dann gegebenenfalls nicht die gewünschten Eigenschaften. Andererseits spielen bei der Vermischung der beiden Komponenten die Lackeigenschaften, vor allem die Viskosität, eine erhebliche Rolle. So lassen sich zwei Komponenten besonders gut miteinander

vermischen, wenn sie eine ähnliche Viskosität haben. Besitzen zwei Komponenten sehr unterschiedliche Viskositäten, lassen sie sich schlecht miteinander mischen. Als anschauliches Beispiel ist hier an die Mischbarkeit von dickflüssigem Honig und dünnflüssigem Essig mit Wasser zu denken.

Je weiter die Viskositäten der Komponenten auseinander liegen, desto länger dauert der Mischprozess. Unterschiedliche Viskositäten von Stammlack und Härter können zu einer schlechten Durchmischung führen. Die daraus resultie-

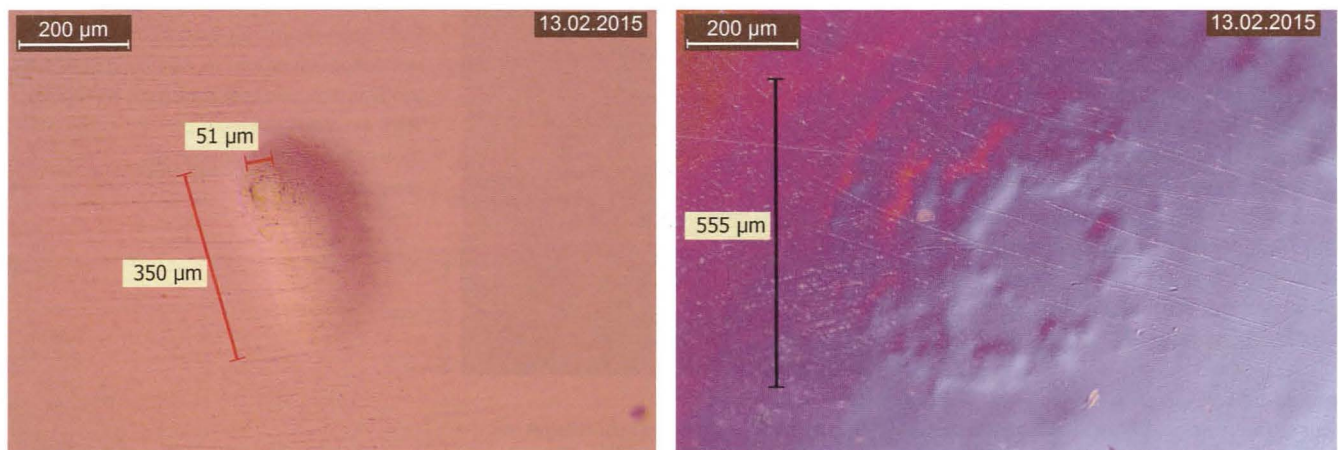


Bild 1 > Strukturen, die mit dem Mikroskop zu erkennen waren.

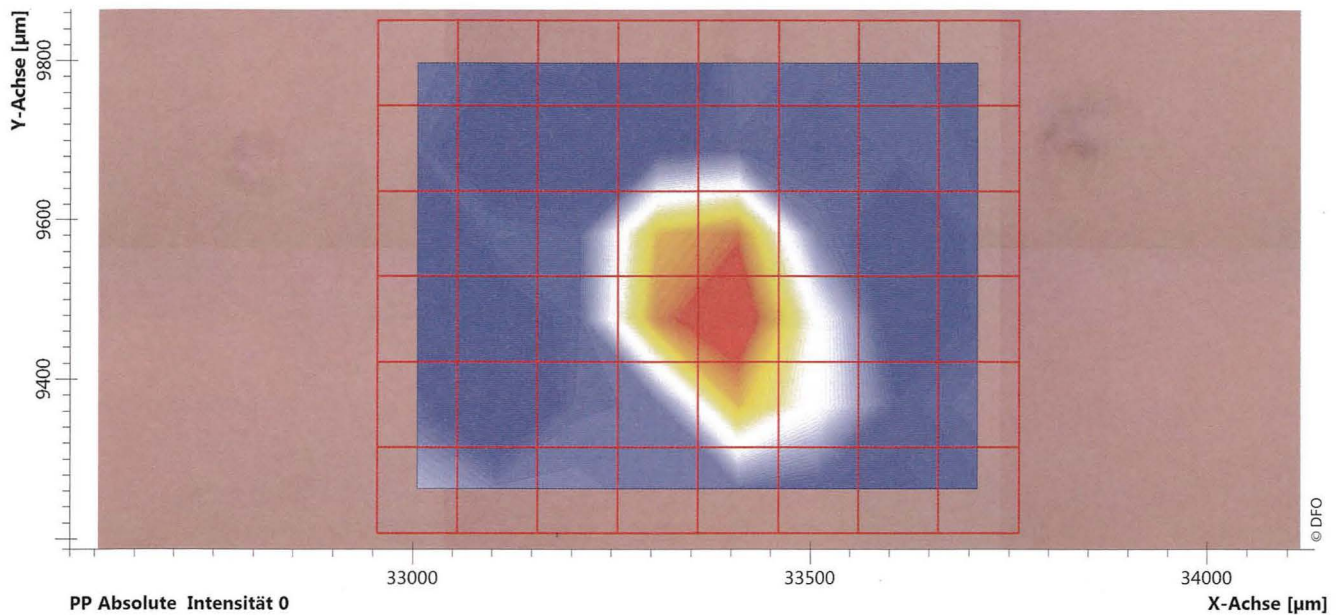


Bild 2 > Das Bild zeigt ein IR-Mapping der Beschichtungsfläche. Bereiche mit erhöhter Konzentration an Polyharnstoffbindungen sind rot dargestellt, diese stimmen mit den Bereichen der Fleckenbildung überein.



OBERFLÄCHENTECHNIK

ZUKUNFT BRAUCHT VISIONEN

- » 2- und 3-Komponenten-Anlagen
- » Roboterapplikationstechnik
- » Elektrostatische Lackier- und Pulveranlagen
- » Farbversorgungssysteme

- » Dosier- und Mischanlagen
- » Konventionelle Farbspritztechnik
- » Destilliergeräte
- » Airlessgeräte

www.ls-oberflaechentechnik.de

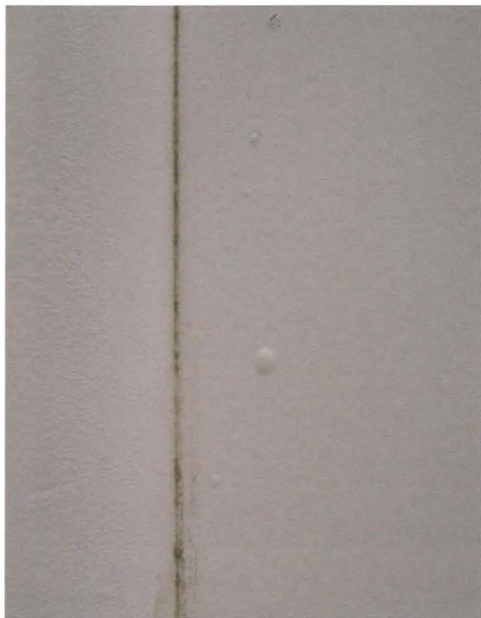


Bild 3 > Blasen auf der Türfüllung.

© DFO

renden Fehlerbilder sind vielfältig und werden häufig zunächst anderen Quellen zugeordnet. Zu den möglichen Fehlerbildern gehören: Glanzstellen, Fleckenbildung, sogenannte Stippen, Verlust des Korrosionsschutzes und anderer Beständigkeiten.

Mangelnde Durchmischung analysieren

Nachfolgend wird diese Thematik an zwei Fehlerbildern vorgestellt.

Beim ersten Fall zeigte das Bauteil, das mit einem lösemittelhaltigen 2K-Polyurethan Klarlack lackiert worden war, nach der Kondenswasser-Konstant-Klima-Prüfung Flecken unterschiedlicher Größe in der Beschichtung auf (Bild 1). Die Untersuchung im Querschnitt zeigte kein Fehlerbild und lieferte keine weiteren Erkenntnisse, obwohl das Fehlerbild in Aufsicht unter dem Mikroskop deutlich zu erkennen war.

Bei solchen Fällen ist es hilfreich, die chemischen Zusammenhänge zu kennen. 2K-Polyurethan-Beschichtungen entstehen durch die Reaktion eines OH-gruppenhaltigen Stammlacks mit einem isocyanathaltigen Härter. Folgende Theorie wurde aufgestellt: Der Stammlack und Härter sind nicht ausreichend miteinander vermischt. Im Klimatest reagiert das überschüssige Isocyanat mit Feuchtigkeit

unter der Bildung von Polyharnstoff und Kohlendioxid als Spaltprodukt.

Erst Messungen mit einem IR-Mikroskop führten zur Aufklärung des Fehlerbildes. In den Bereichen des Fehlerbildes ist eine höhere Konzentration an C-N-Bindungen und eine geringere Konzentration an C-O-Bindungen zu finden. Die Ergebnisse punktueller Messungen wurden mit einem sogenannten IR-Mapping bestätigt. Dabei werden auf der Fläche des Fehlerbereichs und der fehlerfreien Umgebung eine große Anzahl von IR-Spektren aufgenommen. Man ermittelt dabei die Abweichung der Konzentration der oben genannten chemischen Bindungen zwischen Schlecht- und Gut-Bereich und visualisiert das Ergebnis in einer Falschfarbendarstellung (Bild 2). Nach Rücksprache mit dem betroffenen Betrieb wurde festgestellt, dass die beiden Lackkomponenten, Stammlack und Härter, eine sehr unterschiedliche Viskosität hatten. Folgende Maßnahmen wurden zur Abstellung des Fehlerbildes (Verbesserung der Durchmischung) empfohlen:

- Verlängerung der Mischstrecke (des Statikmischers)
- Verminderung des Querschnitts des Statikmischers
- Einstellen der Lackkomponenten auf ähnliche Viskositäten, falls der Statikmischer nicht verändert werden kann
- Eingangskontrolle der Lackkomponenten

- Definition einer maximalen Differenz in der Viskosität der lösemittelhaltigen Lackkomponenten (Stammlack und Härter).

Viskositäten im Fokus

Der zweite Fall deutete zunächst auf eine andere Ursache hin. Bei der Serienüberprüfung der Beschichtungsqualität einer 2K-Epoxidharzbeschichtung kam es bei der Kondenswasser-Konstant-Klima-Prüfung schon nach wenigen Tagen zur Bildung kleiner Blasen. Alles deutet auf einen Vorbehandlungsfehler hin. Bei der Untersuchung der Blasen wurde jedoch keinerlei Verunreinigung (Salze oder ähnliches) unter der Beschichtung gefunden.

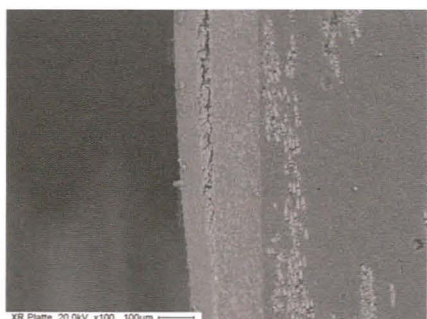
Als mögliche Fehlerursache wurde im zweiten Schritt eine unzureichende Durchmischung von Stammlack und Härter angenommen. Um diese Vermutung zu beweisen, wurden zunächst im Bereich einer Blase und vergleichend im i.O. Bereich IR-spektroskopische Untersuchungen durchgeführt. Es wurden Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Beschichtung zwischen Gut- und Schlechtbereich gefunden. Die Unterschiede waren jedoch so gering, dass eine sichere Zuordnung nicht möglich war.

Daher wurde in der nächsten Stufe ein IR-Mapping erstellt. Hier wurden im Be-



1000 µm

© DFO



XR Platte 20.0kV x100 100µm

© DFO

Bild 4 > Mikrotomschnitt durch eine der Blasen.

Bild 5 > REM Bild der Blase.

reich der Blasen nicht abreagierte Härter beziehungsweise Stammlack gefunden. Die Ursache lag wiederum in den zu großen Unterschieden der Viskositäten von Stammlack und Härter. Durch eine Verlängerung des Mischrohres wurde das Fehlerbild abgestellt.

Blasen in der Beschichtung

Bei der beschichteten Türfüllung traten beim Endkunden Blasen auf, deren Ursache von den Beteiligten nicht zugeordnet werden konnte (Bild 3). Daher wurde die DFO mit der Aufklärung des Fehlerbildes beauftragt.

Blasen in Schichtaufbauten werden häufig durch Verunreinigungen unter der Beschichtung, in der Regel Salze, auf verursacht. Da alle organischen Beschichtungen durchlässig für Feuchtigkeit sind, migriert Wasser durch die Oberfläche. Trifft das Wasser auf wasserlösliche Salze unter der Beschichtung, so kommt es zu einem osmotischen Effekt, das heißt die Salze verdünnen sich durch das Wasser und das Volumen nimmt zu. Es kommt zur Bildung von Blasen. Solche Effekte kennt man von Süßkirschen, die nach einem Regenschauer platzen.

Im vorliegenden Fall wurde zunächst angenommen, dass die Bauteile vor der Lackierung nicht ausreichend gereinigt wurden. Der Mikrotomschnitt der Probe (Bild

4) ließ bei mikroskopischer Betrachtung zunächst vermuten, dass die Blase zwischen der Grundierung und dem Gelcoat der GFK-Türfüllung liegt. Die Analyse per Rasterelektronenmikroskop zeigte ein anderes Bild (Bild 5). Hier sah es aus, als befindet sich die Blase in der Grundierung. Bestätigt wurde dies durch ein Elementmapping (Bild 6), aufgenommen mit Hilfe der Röntgenmikroanalyse.

Zur Darstellung des Fehlerbildes wurde bei jeder Schicht das chemische Element ausgewählt, das nur in dieser Schicht vorhanden ist. In der Falschfarbendarstellung wird jedem dieser Elemente eine Farbe zugeordnet. So kann man deutlich erkennen, dass die Blase in der Grundierung liegt.

Neben den oben genannten Untersuchungen wurde die aufgeschnittene Blase mit Hilfe der IR-Spektroskopie untersucht. Neben den Bestandteilen der Beschichtung wurde ein Alkydharz gefunden, das der Beschichtung nicht zugeordnet werden konnte.

Auf Basis der vorliegenden Informationen ergaben sich drei theoretisch mögliche Fehlerursachen:

- Während des Lackierprozesses sind Verunreinigungen in die Grundierung gefallen.
- Die Grundierung war verunreinigt.
- Schleifen der nicht ausgehärteten Beschichtung.

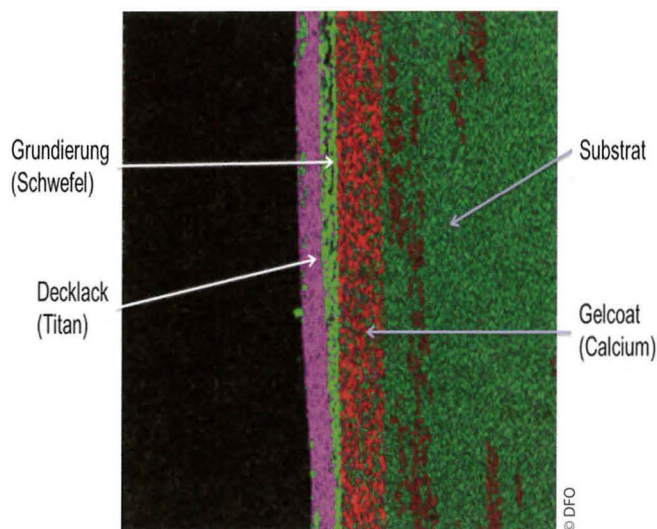


Bild 6 > Elementmapping der Blase.

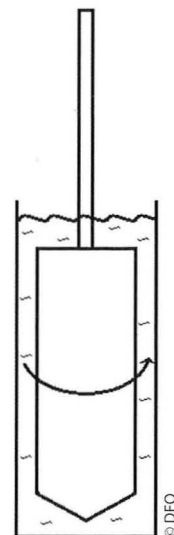


Bild 7 > Beispiel eines Rotationsviskosimeters zur Charakterisierung von wasserverdünnbaren Lacken.

Von dem Lackierprozess war bekannt, dass die Trocknung und Härtung bei Raumtemperatur über Nacht erfolgte. Bei der Grundierung erfolgte im Anschluss an die Trocknung und Härtung ein Schleifprozess. Theoretisch wurde daher angenommen, aber zunächst als unrealistisch abgehakt, dass die Grundierung zum Zeitpunkt des Schleifprozesses noch nicht ausgehärtet war. Dies wäre dann ein möglicher Weg zum Eintrag von Kontaminationen in die Grundierung.

Das Gespräch mit dem Beschichter ergab, dass die unwahrscheinlichste, dritte Theorie die Lösung der Fragestellung war. Es wurde festgestellt, dass die Beschichtung aufgrund niedriger Raumtemperaturen im Februar nicht vollständig ausgehärtet war. Man hatte angenommen, dass das nicht entscheidend sei. Mit diesen Informationen konnte das Vorhandensein des Alkydharzes geklärt werden. Dies stammte von einem Staubbindetuch, mit dem die Türfüllungen nach dem Schleifen abgeputzt wurden.

Viskositätsmessung von Wasserlacken

Die richtige Charakterisierung des Fließverhaltens von Beschichtungsstoffen, spielt in der Beschichtungspraxis eine entscheidende Rolle. Wird diese nicht korrekt

durchgeführt, kann es zu Fehlern im Beschichtungsprozess führen. Läufer, Magerstellen, teilweise auf einem Bauteil oder nicht ausreichendes Deckvermögen können die Folgen sein. Diese Fehler werden häufig nicht dem Fließverhalten, sondern den Zerstäubungsparametern zugeordnet.

Ein sehr einfaches Verfahren zur Ermittlung der Zähigkeit von flüssigen Lacken ist die Verwendung von sogenannten Auslaufbechern. Üblicherweise sind hier zwei verschiedene Auslaufbecher im Umlauf. Zum einen der Auslaufbecher nach DIN 53211 und zum anderen der nach DIN EN ISO 2431.

Eigentlich sollte der DIN-Becher 4 längst überholt sein. Dennoch trifft man in der Praxis ständig auf ihn, obwohl die zugehörige DIN 53 211 im Jahre 1996 durch die bessere Messtechnik der DIN EN ISO 2431 ersetzt worden ist. Anfang der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts hat man festgestellt, dass der Auslaufbecher nach DIN 53211 vor allem bei Wasserlacken keine verlässlichen Messwerte liefert.

Der ISO-Becher zeichnet sich durch eine verlängerte Auslaufdüse aus. Durch die verlängerte Düse kann sich eher eine laminare Strömung ausbilden. Hat man im Bereich der Düse ein turbulentes Strömungsverhalten, das passiert bei

den kurzen Düsen des DIN Bechers, so führt dies zu deutlichen Messfehlern.

Unabhängig davon, welcher Auslaufbecher eingesetzt wird, lassen sich damit nur die Auslaufzeiten (in Sekunden) von so genannten Newton'schen Flüssigkeiten und nicht die tatsächliche Viskosität (in mPa S) und andere rheologischen Eigenschaften ermitteln. Newton'sche Flüssigkeiten sind Materialien, die unabhängig von der Scherbeanspruchung, bei gleichbleibender Temperatur die gleiche Viskosität haben.

Wasserlacke weisen meist eine ausgeprägte Strukturviskosität und Thixotropie auf. Diese Eigenschaften kann man mit dem Auslaufbecher nicht wirklich messen; lediglich ihre Auswirkungen. Das kann man sehr gut daran erkennen, dass die Wasserlacke beim Auslaufen aus dem Auslaufbecher immer langsamer fließen, da die darüber stehende, drückende Lacksäule immer leichter wird und so die Fließgeschwindigkeit immer weiter abnimmt und die Viskosität zunimmt (Abnahme der Scherbeanspruchung).

Charakterisierung wasserverdünnter Lacke

Wasserverdünnbare Lacke werden daher idealerweise mit einem Rotationsviskosi-

LACKIERSYSTEME

FÜR GLANZLEISTUNGEN
IN DER OBERFLÄCHENTECHNIK



Tel. +49 (0)7195 / 185-0 • www.reiter-oft.de

meter charakterisiert (Bild 7). Mit ihm kann man das Fließverhalten von Lacken aufnehmen und untereinander vergleichen.

Mit einem Rotationsviskosimeter kann im Gegensatz zum Auslaufbecher das tatsächliche rheologische Verhalten eines Lackes charakterisiert werden. Bei der Messung dreht sich zum Beispiel in einem mit Lack gefüllten Behälter ein Rotationskörper mit steigender Drehzahl. Die Kraft, die für die Bewegung benötigt wird, wird gemessen und daraus die Viskosität ermittelt.

Bei strukturviskosen Lacken stellt man fest, dass diese mit steigender Scherra-

te dünnflüssiger werden, die Viskosität nimmt, abhängig von der Beanspruchung, ab. Thixotrope Lacke zeigen einen zeitabhängigen Abfall der Viskosität. Das für die Lackapplikation wichtige Viskositätsverhalten wird vom Auslaufbecher nicht erfasst.

Mit dem Auslaufbecher erreicht man Scherraten von maximal 200 s^{-1} . Das thixotrope Verhalten vieler Wasserlacke misst man erst bei deutlich höheren Scherraten, die aber nur mit dem Rotationsviskosimeter dargestellt werden können. Das heißt, mit einem Auslaufbecher wird das thixo-

trope Verhalten eines Lackes nicht erkannt, mögliche Qualitätsschwankungen werden nicht erfasst. //

Der Autor

Ernst-Hermann Timmermann

Deutsche Forschungsgesellschaft für
Oberflächenbehandlung e.V., Neuss,
Tel. 02131 4081122,
timmermann@dfo-online.de,
www.dfo-online.de.



Trendstark: 2K-PUR-AC-Lack 5744 in Feinstrukturoptik

Ob in der Architektur, Innenarchitektur oder im Möbelbau: Wo hochwertiges Design gefragt ist, sind Feinstrukturen stark im Trend. Der neue 2K-PUR-AC-Lack 5744 verleiht Ihren Bauteilen eine besonders edle Oberfläche, die in Optik und Haptik überzeugt. Mit seiner ausgezeichneten Glanz- und Farbstabilität ist er für Anwendungen im Innen- und Außeneinsatz bestens geeignet. Erfahren Sie mehr unter:

www.brillux-industrielack.de

 **Brillux**
Industrielack