

# Stippen im Pulverlack

Wie die DFO die Ursache für Lackierfehler findet

JOLA HORSCHIG

Zu den Aufgaben der Deutschen Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e.V. (DFO) zählt u.a. die Aufklärung von ungelösten Schadensfällen. „In der Regel wollen unsere Auftraggeber so schnell wie möglich, am besten binnen weniger Stunden wissen, woher der Fehler kommt“, berichtet Geschäftsführer Ernst-Hermann Timmermann. „Das können wir in den meisten, aber nicht in allen Fällen leisten.“ Großen Einfluss auf die Dauer der Ursachensuche hat der Auftraggeber selbst: Verpackt er die Proben bzw. das Bauteil beispielsweise mit Luftpolsterfolie aus Kunststoff, sind die Proben unter Umständen kontaminiert und das Ergebnis wird verfälscht. „Am besten ist es, die lackierten Muster in Aluminiumfolie zu verpacken“, erklärt die wissenschaftliche DFO-Mitarbeiterin Heike Schuster. „Die ist in der Regel schnell zur Hand und verhindert unerwünschte Verunreinigungen.“

Wie die DFO agiert, zeigt das nachfolgend beschriebene Beispiel. In einem Schadensfall wies die Oberfläche eines Werkstücks aus Aluminium kleine dunkle Stippen und winzige Fehlerstellen auf, die an Nadelstiche erinnerten.



1

1 Untersuchungsgeräte der DFO (v.l.n.r.): Infrarotspektroskop, Lichtmikroskop, Fluoreszenzmikroskop und Mikrotom. Fotos: Redaktion

2 Unter dem Lichtmikroskop zeigte die „Fehlerstelle 1“ einen bräunlich verfärbten Einschluss, der partiell marmoriert mit weißem Pulverlack durchzogen ist.

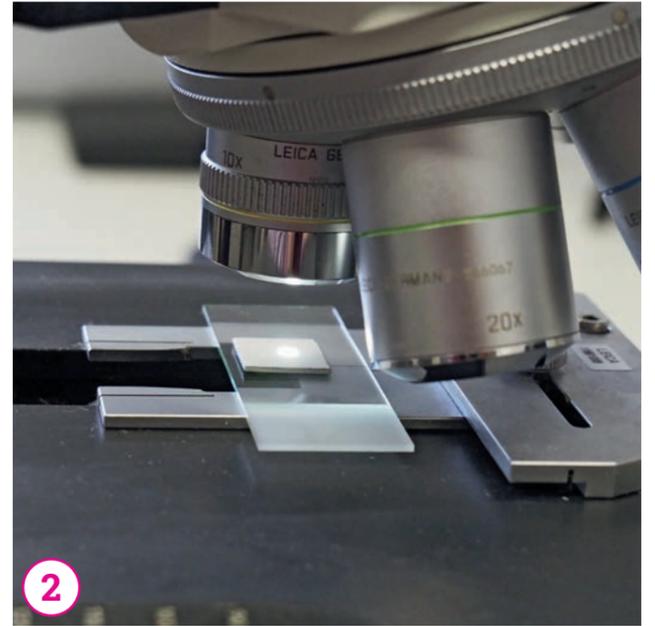
3 Mit dem Mikrotom fertigte die DFO Querschnitte von der Fehlerstelle an.



3

mäßig, sondern nur chargenweise auftrat. Das legte die Vermutung nahe, dass der Lack der Verursacher ist. Der Lackhersteller war der Meinung, dass es sich bei den Stippen um Verschmutzungen aus der Lackiererei handelte und bei den Nadelstichen um nicht korrekt eingearbeiteten Härter. Da der

Kunde eine sehr schnelle Antwort benötigte, führte die DFO die Untersuchungen in seinem Beisein binnen 3,5 h durch. Für die Ursachensuche hatte der Kunde neben den fehlerhaften Bauteilen eine Probe der betroffenen Pulverlackcharge mitgebracht sowie andere Chargen des Pulverlacks.



2

Im ersten Schritt erhielten die fehlerhaften Bauteile eine Probennummer und die Fehlerstellen wurden mit Übersichtsbildern dokumentiert. Für die daran anschließende Ursachensuche steht der DFO eine beeindruckende Laborausstattung zur Verfügung, denn eine Untersuchung mit dem bloßen Auge reicht in den meisten Fällen nicht aus. So auch im Fall der dunklen Stippen und der Nadelstiche. „Damit wir die Fehlerstellen unter dem Lichtmikroskop betrachten können, zerteilten wir nach Markierung der Fehlerstellen das Bauteil mit der Schlagschere in mehrere Stücke. Mit der Betrachtung unter dem Lichtmikroskop erhielten wir erste

detaillierte Erkenntnisse“, führt Heike Schuster aus. Hier zeigte die Stippe „Fehlerstelle 1“ einen bräunlich verfärbten Einschluss, der partiell marmoriert mit weißem Pulverlack durchzogen war. Die Länge der Fehlerstellen betrug 150 - 160 µm. Die anschließende Untersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop (REM), das mit einem Energiedispersiven Röntgenspektroskop (EDX-Detektor) zum Nachweis anorganischer Stoffe kombiniert ist, offenbarte im Bereich des Einschlusses stark erhöhte Mengen an Chlor und nur vereinzelt pigmentierte Stellen. Bei letzteren handelte es sich um helle Spots aus Titandioxid. In den i.O.-Bereichen lie-

ANZEIGE

**BESSER  
LACKIEREN**  
VOR ORT

**12.05.2020**  
**Kemnath**



+++ Mit Werksführung +++

**Lacktechnologie & Applikation**  
im medizintechnischen Umfeld

Jetzt  
anmelden!

In Kooperation mit

**SIEMENS  
Healthineers**

→ [www.besserlackieren.de/siemens](http://www.besserlackieren.de/siemens)



VINCENTZ

LABORAUSSATZ

› Lichtmikroskop: Es ermöglicht eine bis zu 1000-fache Vergrößerung, den Einsatz unterschiedlicher Filter und Beleuchtungsarten und das Anfertigen von digitalen Fotos über eine integrierte Kamera.

› Fluoreszenzmikroskop: Es handelt sich um eine spezielle Form der Lichtmikroskopie. Mit dem Effekt der Fluoreszenz ist es möglich, fluoreszierende Stoffe mit UV-Licht anzuregen und somit sichtbar zu machen.

› Mikrotom: Damit lassen sich Probenscheiben ab 0,5 µm anfertigen, um das Fehlerbild im Querschnitt betrachten zu können. Durch ein Hartmetallmesser ist die Präparation u.a. von Holz, Kunststoff, Aluminium, Stahl möglich.

› Infrarotspektroskop (IR): Es eignet sich zur Untersuchung von organischen Materialien. Bei ihnen werden Molekülschwingungen durch Absorption von Strahlung im infraroten, nicht sichtbaren Bereich des Lichts angeregt. Abhängig vom Aufbau und der Struktur der Moleküle werden ganz bestimmte Anteile der IR-Strahlung absorbiert. Aufgezeichnet wird die Abhängigkeit der Größe der Absorption des eingestrahelten Lichts von dessen Wellenlänge. Man erhält dabei ein sogenanntes IR-Spektrum (Transmission wird gegen die Wellenzahl aufgetragen). Jedes Molekül bzw. jede Molekülgruppe hat dabei ein für sie charakteristisches IR-Spektrum, das als „chemischer Fingerabdruck“ bezeichnet werden kann.

Das Instrument hat eine Flächenauflösung von ca. 40 µm und eine Tiefenauflösung von ca. 3 µm.



4 Die Untersuchung im REM und EDX offenbarte im Bereich des Einschusses stark erhöhte Mengen an Chlor, links der Ausgabebildschirm des REM, rechts der Ausgabebildschirm des EDX.



5 Die Detektion über das EDX zeigt die Inhaltsstoffe der Beschichtung sowie ihre Verteilung auf der Oberfläche.

Bei den Nadelstichen handelte es sich um sehr kleine Fehlerstellen mit durchschnittlichen Größen um die 10 µm. Mittels EDX konnten die Nadelstiche ebenso als Einschlüsse bestimmt werden. Die Analyse ergab, dass es sich um PVC-Partikel handelte.

Um herauszubekommen, woher das PVC stammt, befasste sich die DFO mit der betroffenen Pulverlackcharge. „Wir haben 5000 g des Pulverlacks mit einem Rüttelsieb mit 100 µm Maschenweite

geseibt – per Hand“, erläutert Ernst-Hermann Timmermann. „Anschließend haben wir die Rückstände mit dem Fluoreszenzmikroskop auf PVC-Partikel untersucht und konnten auf diese Weise PVC-Teile als bläulich leuchtende Partikel sichtbar und eindeutig als Fremdpartikel identifizieren.“ – „Dieses Ergebnis haben wir mit EDX-Mappings der Siebrückstände überprüft“, ergänzt Heike Schuster. Die Detektion per EDX-Mappings bestätigte das Chlor des PVC.

Mit Größen über 100 µm entsprachen die Partikel auch den Abmessungen der in den Fehlerstellen gefundenen PVC-Einschlüsse. Bei der Untersuchung des Vergleichspulverlacks, bei dem keine Fehlerstellen aufgetreten waren, ließen sich keine chlorhaltigen Partikel feststellen.

Nun stellte sich die Frage, woher die PVC-Partikel stammten und wie sie in den Pulverlack gelangen konnten. Nachfragen ergaben, dass die Extruder, die bei der Herstellung des Pulverlacks eingesetzt werden, u.a. mit Kunststoffgranulaten (z.B. PVC) oder fehlerhaften Harzchargen gereinigt werden. Normalerweise verbleiben im Extruder keine Rückstände des Reinigungsgranulats – in die-

sem Fall schon. Alle Fehlerstellen – die bräunlichen Stippen und die Nadelstiche – ließen sich dem Reinigungsprozess zuordnen: Die Vermischung des Polyesterharzes des Pulverlacks mit dem PVC ließ sich nur durch die Vermischung im Extruder erklären.

Mit dem Einsatz des einwandfreien Pulverlacks traten bei der Beschichtung der Werkstücke auch keine Fehlerstellen mehr auf. ■

**Zum Netzwerken:** Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung (DFO) e.V., Neuss, Ernst-Hermann Timmermann, Tel. +49 2131 40811-22, timmermann@dfo-online.de, www.dfo-online.de

ßen sich Sauerstoff, Kohlenstoff, Titan, Silizium, Schwefel und Aluminium detektieren, also alles normale Bestandteile einer Beschichtung – aber kein Chlor.

Fehlerstelle 2 zeigte wie Fehlerstelle 1 einen bräunlichen Einschluss, war jedoch mit einer Partikelgröße von 169 µm relativ groß. Mit dem Mikrotom fertigte die DFO Querschnitte von der Fehlerstelle an und legte sie wieder unter das Lichtmikroskop. Es zeigte sich, dass sich die Schichtdicke der Beschichtung mit 76 µm im Soll-Bereich befand

und dass der Einschluss in die Beschichtung eingebettet war. Bei der lichtmikroskopischen Untersuchung anderer Stippen waren ebenfalls bräunliche Einschlüsse zu erkennen.

Weitere Informationen brachte die Infrarot-Spektroskopie: Hier ließen sich zwar durch die Marmorierung des Einschusses mit Pulverlack nur minimale Unterschiede erkennen, doch bei den Wellenzahlen 1420 cm<sup>-1</sup> und 700 cm<sup>-1</sup> ließ sich eine leichte Erhöhung der Banden feststellen. Es handelte sich dabei um Merkmale, die spezifisch für PVC sind.

**TTUNG DER DFO**

- › Rasterelektronenmikroskop (REM) & Energiedispersives Röntgenspektroskop (EDX): Das REM nutzt die Wechselwirkung eines Elektronenstrahls mit der Probe als bildgebendes Verfahren. Dabei wird eine deutlich höhere Auflösung und Schärfentiefe als im Lichtmikroskop erreicht. Zusätzlich können Topographie-Unterschiede dargestellt werden. Das EDX ist ein zweiter Detektor. Er ermöglicht es, freigesetzte Röntgenstrahlung energetisch zu analysieren und den verschiedenen Elementen der Probe zuzuordnen. Dies erlaubt z.B. die Untersuchung der Elementverteilung auf einer Oberfläche (Elementmapping).
- › Korrosionsprüflabor: In ihrem Korrosionsprüflabor kann die DFO Korrosionsprüfungen im Zeitraffer durchführen, um Korrosionsbeständigkeiten von Materialien zu bestimmen. Es ist möglich, beschichtete Proben in feuchten Umgebungsklimaten auf deren Korrosionsverhalten zu überprüfen. Mit der Kondenswasser-Prüfklimate gemäß DIN EN ISO 6270-2 lassen sich Kondenswasser-Konstantklima-Tests (CH) und Kondenswasser-Wechselklima-Tests (AHT, AT) durchführen. Mit der Salzsprühnebelprüfung gemäß DIN EN ISO 9227 können weitere Bedingungen dargestellt und übergeprüft werden. Diese Tests sind besonders zur schnellen Prüfung von Schwachstellen, Poren und Schäden an einer organischen Beschichtung und anorganischen Überzügen geeignet. Gerade eine fehlerhafte oder ungenügende Vorbehandlung kann mit diesen Tests schnell identifiziert werden. Auch zur Qualitätskontrolle können durch diese Tests Bauteile vergleichend überprüft werden. Da die Geräte jeweils über einen Prüfraum von 1000 l verfügen, können auch größere Bauteile getestet werden.

ANZEIGE



Online publizieren, auf Veranstaltungen den Ton angeben, digital arbeiten? Etwas Cooles mit Medien machen? Wir bilden Sie innerhalb von zwei Jahren umfassend und abwechslungsreich aus als

**Medien-Trainee m/w/d**  
**Oberfläche + industrielle Lackiertechnik**

Im Anschluss an das zweijährige Top-Ausbildungsprogramm würden wir, gute Leistungen vorausgesetzt, gerne weiter mit Ihnen arbeiten.

Vincenz Network ist einer der führenden Fachverlage in Deutschland in den Bereichen Online, Events und Print. Wir führen und entwickeln Netzwerke in unseren Spezialmärkten und verstehen uns als hochinnovative, international tätige Netzwerker und Anbieter von Fachinformation. Dafür suchen wir Sie!

Sie werden von unserer hervorragend vernetzten Fachredaktion umfassend in die Thematik Oberfläche/ industrielle Lackiertechnik und das Handwerk eingearbeitet. In den zwei Jahren Ihrer Ausbildung durchlaufen Sie ein anspruchsvolles und herausforderndes „training on the job“, in der Sie coole Fortbildungen und externe, fachbezogene Praktika absolvieren.

Sie lernen, wie Sie Fachinformation für crossmediale Angebote generieren: Online, Veranstaltungen und Print. Sie erfahren, wie Sie recherchieren, konzipieren, moderieren und Veranstaltungsformate präsentieren, live und digital. Sie erleben das direkte und begeisterte Feedback Ihrer Nutzer, Leser und Teilnehmer, wenn Sie eine Fachinformation auf den Punkt liefern.

**Ihr Profil**

- › Sie verfügen über ein abgeschlossenes (Fach-)Hochschulstudium, Bachelor/Master, im Idealfall mit technischem Hintergrund
- › Sie sprechen sehr gut Englisch
- › Sie denken agil, lieben den Umgang mit Menschen und haben ein souveränes Auftreten

**Unser Angebot**

- › Eine herausfordernde Aufgabenstellung mit großem Gestaltungsspielraum in einem experimentierfreudigen, ergebnisorientiert arbeitenden Team
- › Eine spannende berufliche Perspektive für Anwender einer Technologie, die uns alle permanent umgibt (Sie werden staunen, was alles lackiert wird!)
- › Überdurchschnittliche Sozialleistungen (Urlaubs- und Weihnachtsgeld, Vermögenswirksame Leistungen, kiloweise Obst, viel Kaffee, ein Wohnmobil, ein Fitnessraum, eine Lagerparty, u.v.m.)
- › Ein sehr gutes Betriebsklima und die Unterstützung und Freundlichkeit eines kollegialen und motivierten Teams
- › Eine hohe Vereinbarkeit von Beruf und Familie (zertifiziert seit 2005)

**Werden Sie Teil eines großen und starken VINner-Teams! Auf Sie warten nette Leute und eine Menge Spaß...**

Fragen zu dieser Position beantwortet Ihnen gerne Franziska Moennig, unter +49 511 9910 320 oder Sie bewerben sich gleich direkt unter [www.vincenz.net/karriere](http://www.vincenz.net/karriere)

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

**VINCENZ NETWORK. WE VIN.**

