

## AKTUELLE FORSCHUNGSPROJEKTE IM FOKUS: „PHOBIC2ICE“ DREHT SICH UM BESCHICHTUNGEN, WELCHE DIE BILDUNG VON EIS AUF FLUGZEUGEN VERHINDERN SOLLEN

Forscher des gerade abgeschlossenen europäischen Projekts „PHOBIC2ICE“ (Super-IcePhobic Surfaces to Prevent Ice Formation on Aircraft) erarbeiteten verschiedene Technologien und Simulationstools, um die Eisbildung auf Flugzeugteilen wie Flügel und Propeller zu verhindern oder abzumildern. Auf Aluminium-Oberflächen haften Wasserpartikel besonders gut und bei Kälte und hoher Luftfeuchte bildet sich zwangsläufig eine Eisschicht. Neue modifizierte Polyurethan-Beschichtungen auf Basis von Nanotechnologie haben superhydrophobe Eigenschaften und machen die Bildung von Eis unmöglich. Nanopartikel bilden „Zacken“, zwischen denen Luft eingeschlossen ist. Die Luft verhindert, dass Wasser durchdringt, so

dass es einfach – wie beim Lotus-Effekt – von der Oberfläche abrollt. Damit die Beschichtung wirtschaftlich rentabel wird, sollte sie mit weiteren Funktionalitäten ausgestattet werden. Dazu gehörte die Beständigkeit gegen auftreffende Partikel in der Atmosphäre wie Sand und Regentropfen sowie gegenüber ultravioletter Strahlung. Darüber hinaus konzentrierten sich die Wissenschaftler darauf, die Lacke möglichst langlebig zu machen und das wirtschaftlichste industriell anwendbare Applikationsverfahren zu ermitteln. Zusätzlich zu Aluminium sind die Beschichtungen auch für Stahl, Titan und Kunststoffsubstrate geeignet. Die Beschichtung mit den neuen Nanolacken ist im Vergleich zu den momentan ausgeführten Ent-

eisungsverfahren von Flugzeugen umweltfreundlicher, spart Energie ein und verhindert Verspätungen im Flugverkehr. An dem Projekt waren mehrere europäische Forschungsinstitute sowie Förderinstitutionen beteiligt. Koordinator war die polnische Forschungsorganisation Technology Partners.

**Zum Netzwerken:**

Technology Partners, PL-Warschau,  
Bartłomiej Przybyszewski, Tel. +48 226 583-607,  
Bartłomiej.Przybyszewski@technologypartners.pl,  
www.technologypartners.pl

# Blasenbildung bei 2K-Lacken

Wenn die Durchmischung der Lackkomponenten inhomogen ist

DAVID HOFFMANN

In der Regel zeigen 2K-Lacke hervorragende Beständigkeiten und je nach Einstellung vielfältige Eigenschaftsprofile, weshalb sie für Oberflächen mit hohen Anforderungen sehr beliebt sind. Bei einem Schadensfall kam es jedoch in der Anwendung einer einzelnen Lackcharge eines epoxidharzbasierten 2K-Lacks zu Blasenbildung.

**Mangelnde Haftfestigkeit**

Bei den beschichteten Stahlbauteilen traten bereits nach 24 Stunden in der Kondenswasser-Konstantklima-Prüfung über die gesamte Bauteiloberfläche deutliche Blasen auf. Bei Blasenbildung unter Feuchtigkeitsbeanspruchung kommen nur wenige Ursachen in Betracht, deren Folge immer eine nicht ausreichende Haftfestigkeit der Beschichtung ist. Dies begünstigt das Eindringen von Wasser bzw. Feuchtigkeit zwischen Beschichtung und Substrat. Das Wasser reichert sich in diesen Zwischenräumen an und bildet eine Blase.

Die typischsten Ursachen für unzureichende Haftfestigkeit sind:

- Ein ungeeigneter Beschichtungsaufbau: Adhäsionskräfte basieren auf chemischer Wechselwirkung zwischen Beschichtungsstoff und Substratoberfläche. Wenn diese nicht aufeinander abgestimmt sind, kann keine ausreichende Haftfestigkeit entstehen.

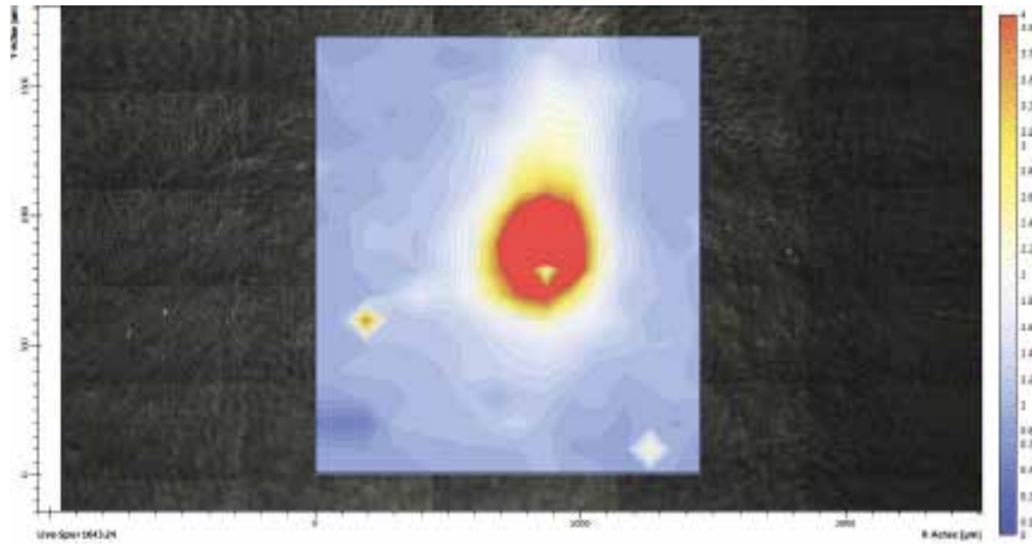


Abbildung 1 zeigt die Falschfarbendarstellung des IR-Spektroskopie-Mappings (Absorptionsintensität bei der Wellenzahl 1640 cm<sup>-1</sup>).  
Abbildungen: DFO

- Eine unzureichende Vorbehandlung: Konversionschichten zeigen i.d.R. eine deutlich erhöhte Oberfläche als das „blanke“ Substrat. Lückenhafte oder fehlende Konversionschichten führen somit zu einer reduzierten Haftfestigkeit der Beschichtung. Eine mangelhafte Prozessführung in der Vorbehandlung kann zu chemisch inhomogenen und sogar spröden Konversionschichten führen.
- Kontaminationen zwischen Substrat und Beschichtung (z.B. Salze, Fette, Öle, usw.): Diese verhindern die wirksame Ausbildung von Adhäsionskräften zwischen Beschichtung und Substrat. Es kommt mittelfristig zu Delamination der Beschichtung. Hydrophile Salze beschleunigen dabei die Blasenbildung.

- Eine unzureichende Aushärtung von 2K-Lacken: Eine schlechte Durchmischung oder ein falsches Mischungsverhältnis der Lackkomponenten führen zu einer mangelhaften oder inhomogenen Vernetzung. Dadurch kommt es zu einer Reduzierung der chemischen Beständigkeit und einer verringerten Haftfestigkeit. Bei der Untersuchung des Schadensfalls führte die DFO u.a. ein IR-Spektroskopie-Mapping durch. Im Bereich der Blasenbildung waren verstärkt höhere Bandenintensitäten bei einer Wellenzahl von ca. 1640 cm<sup>-1</sup> detektierbar (Abbildung 1). Letztlich konnten diese Intensitätsunterschiede auf variierende Mengen an Amin in der Beschichtung zurückgeführt werden. Amine sind Hauptbestandteil der Härterkomponente dieses 2K-Lacks. Folglich war von

einer inhomogenen Durchmischung der Lackkomponenten auszugehen. Diese führten zu lokal reduzierter Haftfestigkeit und schließlich zur Blasenbildung.

**Messung der Viskosität**

Zur Durchmischung der Lackkomponenten wurden Statikmischer eingesetzt, eine eigentlich sichere und zuverlässige Methode. Allerdings kommt hier eine Einflussgröße zum Tragen, die sich auf die Durchmischbarkeit von Flüssigkeiten auswirkt: die Viskosität. In diesem Fall wurde die Verarbeitungviskosität nicht vom Anwender des Lacks, sondern vom Lieferanten gemessen und eingestellt. Das hierfür verwendete Messsystem zur Messung der dynamischen Viskosität basierte auf der sogenannten „Brookfield-Methode“. Dabei handelt es sich um eine Messmethode für Rotationsviskosi-

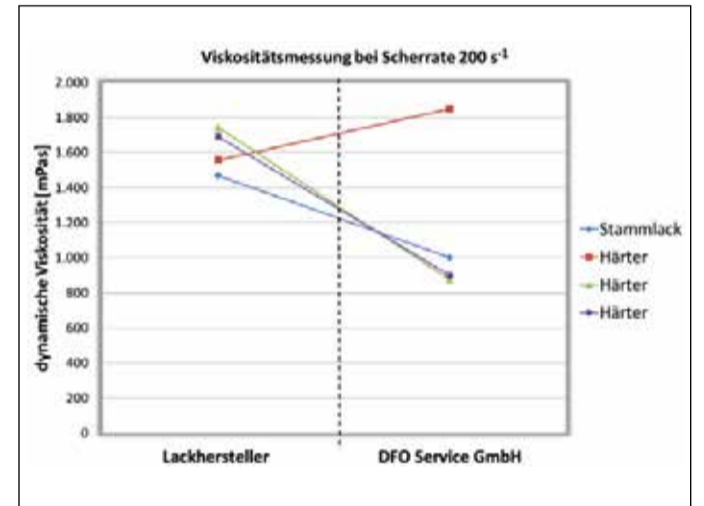


Abbildung 2: Die Differenzen der dynamischen Viskosität sind abhängig von der Messmethode: links Viskositätswerte gemessen mit „Brookfield“ und rechts mit einem Koaxialzylinder-System.

meter mit undefinierter Spaltbreite. Das bringt gegenüber einem Messsystem mit definierter Spaltbreite (z.B. Koaxialzylinder-System) zwar einen Zeitvorteil im Prüfungsablauf. Allerdings ist diese Methode ungenauer, da während der Messung Turbulenzen auftreten können, die das Ergebnis verfälschen. Vergleichsmessungen von i.O.- und n.i.O.-Lackkomponenten mit einem Viskosimeter mit definierter Spaltbreite zeigten teils gravierende Abweichungen zu den Messwerten des Lieferanten (Abbildung 2).

Sowohl bei den Messungen des Lackherstellers als auch bei der DFO lagen die Viskositäten aller Komponenten relativ nah beieinander. Abweichungen zwischen den Messmethoden waren systembedingt. Allerdings wick bei den Messungen mittels Koaxialzylinder-System bei der DFO die Viskosität

der betroffenen Härtercharge (Abbildung 2: rote Messpunkte) deutlich vom Stammlack ab. Folglich lag eine erhebliche Vergrößerung der relativen Viskositätsdifferenz zwischen Stammlack und Härter vor. Die Folge war eine unzureichende Durchmischung über den Statikmischer, da die Durchmischbarkeit zweier Flüssigkeiten mit Erhöhung der Viskositätsdifferenz abnimmt.

**Zum Netzwerken:**

Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung (DFO) e. V.,  
Neuss, David Hoffmann,  
Tel. +49 2131 40811-12,  
hoffmann@dfo-online.de,  
www.dfo.info



## THEMEN IN AUSGABE NR. 11

**Herausforderung Rheologie**

Im aktuellen Podcast erklärt Ernst-Hermann Timmermann, DFO, was bei der Messung der Rheologie falsch laufen kann.

**Digitales Lackieren**

Per Inkjet mit Drop-on-Demand-Technik 3D-Teile für die Automobilindustrie hochwertig beschichten.

**Fit für die Zukunft**

Die MPL GmbH Pulverbeschichtung investiert in Gesundheit und Motivation ihrer Mitarbeiter.