Kunststofflackierung – Fehler, Ursachen und Abhilfe

Die Lackierung von Kunststoffteilen birgt ein großes Spektrum an potenziellen Fehlern und daraus folgenden Problemen. Der folgende Beitrag beschreibt vier typische Problemfälle und -lösungen aus der Praxis.

Ernst-Hermann Timmermann

Viele Problemfälle, mit deren Untersuchung die DFO beauftragt wird, kommen aus dem Bereich der Kunststofflackierung. Die nachfolgenden Beispiele behandeln Fehler, die auf die Vorbehandlung, ein falsches Lackmaterial, eine unzureichende Mischung von 2K-Lack sowie eine nicht ausreichende Lackaushärtung zurückzuführen sind.

Überbeflammung

Vor der Lackierung von Kunststoffbauteilen müssen diese ausreichende vorbehandelt werden. Kunststoffe wie zum Beispiel Polypropylen erhalten zusätzlich eine Aktivierung der Oberfläche. Mit der Aktivierung werden polare Gruppen in die Oberfläche eingebaut, um eine ausreichende Benetzbarkeit der Oberfläche und eine ausreichende Haftfestigkeit zu erhalten.
Eine Methode zur Aktivierung von Oberflächen ist die Beflammung mit einer Gasflamme. Dieser Prozess muss sehr genau gesteuert und überwacht werden. Ist dies nicht der Fall, so besteht die Gefahr der Überbeflammung. Die so behandelten Oberflächen sind zwar sehr gut benetzbar; die Oberfläche wird dabei jedoch soweit zerstört, dass es zu Haftfestigkeitsverlusten der Beschichtung kommt. Ein solches Fehlerbild zeigt *Bild 1*. Dort kann man die Beschichtung zusammen mit „Resten" des Substratwerkstoffes ablösen.

© DFO

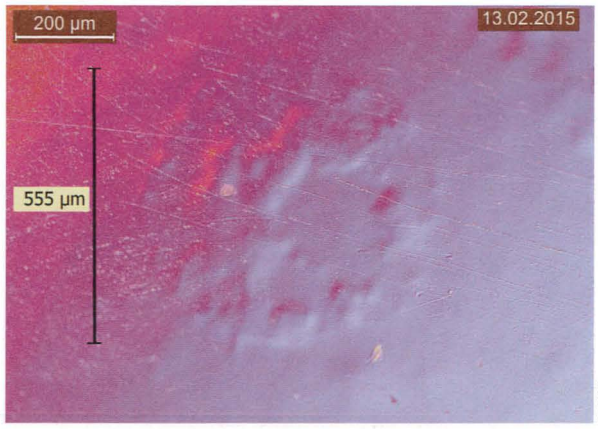
Bild 1 > Haftfestigkeitsverlust, verursacht durch die Überbeflammung von Kunststoff. Die Beschichtung lässt sich zusammen mit „Resten" des Substratwerkstoffes ablösen.

Der falsche Lack

Ein Unternehmen, das unter anderem Bedienelemente verbaut, stellte an einem Großteil der Kunststoff-Schaltknöpfe eine feine Rissbildung in der Beschichtung fest (mikroskopische Aufnahme siehe *Bild 2*). Bei der Beschichtung handelte sich um einen Zweischichtaufbau, bestehend aus einer weißen Grundierung und einem schwarzen Decklack.
Das Unternehmen ließ die Bauteile in Asien fertigen und anschließend auch dort beschichten. Dabei gab es klare Vorgaben bezüglich des zu verwendenden Lacksystems und der Applikationsparameter.
Im Anschluss wurden die Bauteile „gelasert" um Symbole und Muster in die Beschichtung einzubringen. Bei dem vorgeschriebenen Beschichtungsmaterial handelte es sich um ein 2K-Lacksystem mit hohen Beständigkeiten zum Beispiel gegenüber Reinigungsmitteln.
Eine einfache Prüfung der chemischen Beständigkeit der tatsächlich aufgebrachten Beschichtung zeigte, dass die Beschichtung beim Abwischen mit Isopropanol bereits angelöst wurde und Rissbildung zeigte. Eine IR-spektroskopische Untersuchung bestätigte die Befürchtung, dass hier nicht die vorgegebenen 2K-Polyurethan-Lacke, sondern 1K-Acrylat-Lacke appliziert worden waren. Diese weisen allgemein eine deutlich geringere chemische Beständigkeit auf und in diesem Fall auch eine unzureichende Elastizität.
Das im schwarzen Decklack enthaltene Butylacetat löste zusätzlich beim Überlackieren die bereits getrocknete weiße Grundierung teilweise wieder an und verursachte auch hier eine Rissbildung, die bei mechanischer Beanspruchung eine Rissfortpflanzung in den schwarzen Decklack zur Folge hatte. Hinzu kam, dass beim Endkunden eine mechanische Beanspruchung und ein Abwischen der Bedienelemente mit lösemittelhaltigen Reinigern durchgeführt wurde. Dies führte letztendlich zu dem vorliegenden Fehlerbild.
Die Recherchen bei dem Beschichtungsbetrieb ergaben, dass man zwar die Vorgaben kannte, diese aber anders ausgelegt hatte, da zum Zeitpunkt der Beschichtung kein geeignetes Beschichtungsmaterial zur Verfügung stand.

© DFO

Bild 2 > Mikroskop-Aufnahme von feinen Rissen in der Beschichtung auf Kunststoff-Schaltknöpfen.



© DFO

Bild 3 > Flecken in der Beschichtung nach einem Kondenswasser-Konstant-Klimatest.

Lacke richtig mischen

Immer häufiger kommt es zum Einsatz von 2K-Lacksystemen. Bei diesen Systemen müssen Stammlack und Härter vor der Applikation vermischt werden. Sobald diese gemischt sind, reagieren die beiden Komponenten miteinander und bilden Netzwerkstrukturen aus, die zu hohen Beständigkeiten beispielsweise gegenüber Chemikalien oder Witterung führen.

Die beiden Komponenten müssen vor der Verarbeitung gut miteinander vermischt werden. Beim automatisierten Vermischen der zwei Komponenten sind mögliche Fehlerquellen zu beachten. So kann es einerseits durch technische Defekte an Ventilen zu falschen Dosierungen (zu geringe Mengen an Stammlack oder Härter) kommen. Die hiermit erstellten Beschich-

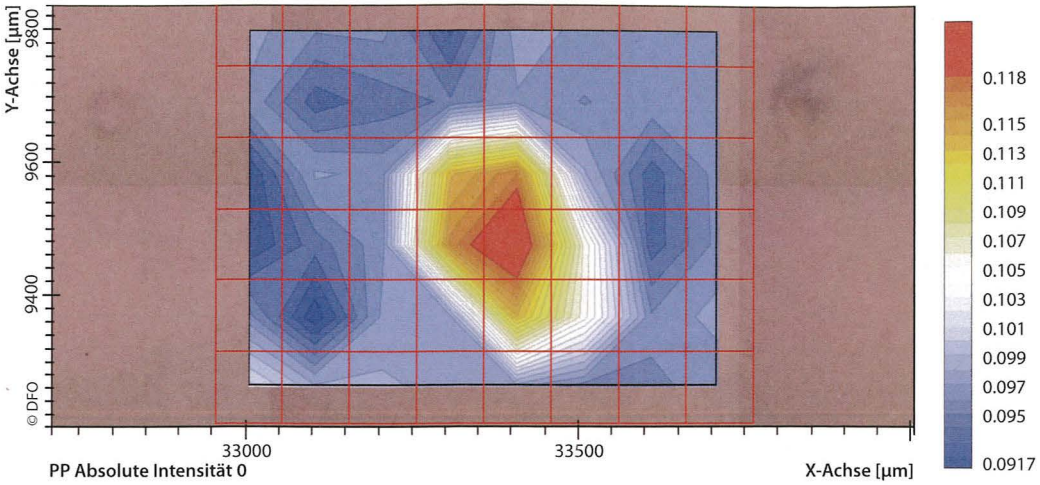


Bild 4 > IR-Mapping einer Fehlstelle in der Beschichtung.

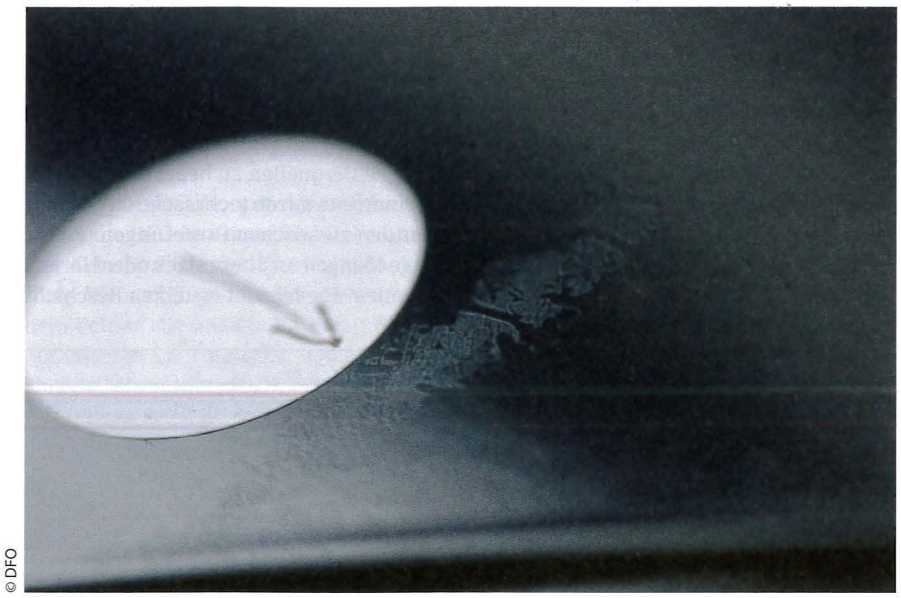


Bild 5 > Verpackungsmarken auf lackierten Polyamidteilen.

tungen 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 („Zähigkeit") haben. Besitzen die beiden Komponenten sehr unterschiedliche Viskositäten – als anschauliches Beispiel eignet sich die Mischbarkeit von dickflüssigem Honig und dünnflüssigen Essig – so dauert der Mischvorgang sehr lange. Führen unterschiedliche Lackviskositäten zu einer schlechten Durchmischung, so kann sich dies in Form unterschiedlicher Fehlerbilder äußern, wie zum Beispiel Glanzstellen, Fleckenbildung, Härterstippen, Verlust des Korrosionsschutzes und anderer Beständigkeiten.

Im vorliegenden Fall weist ein lackiertes Kunststoffbauteil nach einem Kondenswasser-Konstant-Klimatest „Flecken" (*Bild 3*) unterschiedlicher Größe in der Beschichtung auf. Die Untersuchung im Querschnitt zeigt kein Fehlerbild und keine weiteren Erkenntnisse, obwohl das Fehlerbild in Aufsicht unter dem Mikroskop deutlich zu erkennen ist.
Erst Messungen mit einem IR-Mikroskop führen 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.
Der Grund liegt in der höheren Härterkonzentration aufgrund einer unzureichenden Durchmischung von Stammlack und Härter. Die überschüssigen Isocyanatgruppen des Härters können nicht mit den OH-Gruppen des Stammlackes zu Polyurethan abreagieren. Es bleiben freie Isocyanatgruppen übrig, die anschließend mit Wasser unter Bildung von Polyharnstoff und Abspaltung von Kohlendioxid (ist für die „Erzeugung der Strukturen" verantwortlich) reagieren.
Bild 4 zeigt ein IR-Mapping der Beschichtungsoberfläche. Bereiche mit erhöhter Konzentration an Polyharnstoffbindungen sind rot dargestellt, diese stimmen mit den Bereichen des Fehlerbildes überein.
Nach Rücksprache mit dem betroffenen Betrieb wurde festgestellt, dass die beiden Lackkomponenten des lösemittelhaltigen Klarlackes (Stammlack und Härter) sehr unterschiedliche Viskosität haben. Da sich das Mischrohr des Statikmischers nicht verlängern ließ, wurden die Viskositäten von Stammlack und Härter angepasst. Danach trat das Fehlerbild nicht mehr auf.

Lacke richtig trocknen und aushärten

Bei Kunststoffteilen aus Polyamid traten ganz plötzlich Verpackungsmarken (*Bild 5*) auf. Nach ersten Aussagen des Kunden wurde nichts am Prozess oder der Verpackung geändert. Das Fehlerbild schien ganz plötzlich aufgetreten zu sein. Daraus wurde dann ganz zielsicher geschlossen, dass entweder der Lack oder die Verpackung schuld an dem Problem sein müssten.
Mit der systematischen Ursachensuche und Lösung der Aufgabenstellung wurde die DFO beauftragt.
Der Beschichter befand sich im osteuropäischen Ausland und hatte gerade eine ganz neue Lackieranlage in Betrieb genommen. Appliziert wurde 2K-Polyurethan-Klarlack. Um zu prüfen, ob der Lack ausreichend ausgehärtet war, wurde eine Ofenkurve aufgenommen. Dabei stellte sich heraus, dass die laut Technischem Datenblatt vorgeschriebenen forcierten Trocknungs- und Härtungsbedingungen von 20 Minuten bei 80 °C Objekttemperatur nicht eingehalten wurden.
Damit waren die Aushärtung und damit die mechanische Beständigkeit nicht ausreichend hoch für die Verpackung in Kunststofffolien.
Darüber hinaus war noch die Fragestellung zu beantworten, warum dieses Fehlerbild so „plötzlich" aufgetreten war. Ein kleines Detail hatte der Beschichter bei den ersten Gesprächen nicht bedacht: Da es sich um eine neue Anlage und eine neue Serie von Bauteilen handelte, sind die Stückzahlen langsam angestiegen und man hat irgendwann die Bandgeschwindigkeit erhöht. Dabei wurde die Objekttemperatur nicht beachtet. In diesem Fall kam noch hinzu, dass der Anlagenbauer den Ofen nicht auf die maximal mögliche Bandgeschwindigkeit in Kombination mit der mindestens einzuhaltenden Objekttemperatur ausgelegt hatte.
Somit war der Ofen ein paar Meter zu kurz, da bei dem Substrat Kunststoff auch nicht einfach die Temperatur erhöht werden kann, da sich die Teile ansonsten verformt hätten.
Der Fehler wurde im ersten Schritt durch eine Zwischenlagerung in der Halle von 12 h vor dem Verpacken gelöst. Im zweiten Schritt wurde schließlich der Ofen verlängert. //

Der Autor

Ernst-Hermann Timmermann
Deutsche Forschungsgesellschaft
für Oberflächenbehandlung e.V., Neuss
Tel. 02131 40811 10
timmermann@dfo-service.de
www.dfo-online.de