

## **Früherkennung von witterungsbedingten Lackschäden**

### **Early detection of weathering-induced damages in coatings**

H. Oehler\*, I. Alig, M. Bargmann

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Bereich Kunststoffe,  
Schlossgartenstraße 6, 64289 Darmstadt

\*) E-Mail: [harald.oehler@lbf.fraunhofer.de](mailto:harald.oehler@lbf.fraunhofer.de)

M. Wanner, M. Hilt

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA,  
Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart

### **Einleitung**

Beschichtungen sind wechselnden Umwelteinflüssen ausgesetzt. Temperaturschwankungen, Sonnenstrahlung, Feuchte, chemische Substanzen und mechanische Belastungen wirken in Kombination und verändern die Materialeigenschaften. Für eine schnellere Rezepturentwicklung ist es deshalb erforderlich, Alterungs- und Versagensmechanismen besser zu verstehen, Schädigungen möglichst frühzeitig zu erkennen und damit die Dauer der Laborbewitterung zu verkürzen.

### **Früherkennung von Werkstoffveränderungen**

Ziel eines gemeinsamen Projektes der Abteilungen Rezepturentwicklung und Dauerhaftigkeit des Fraunhofer LBF und Beschichtungssystem- und Lackiertechnik des Fraunhofer IPA zur „Ermittlung von Indikatoren zur frühen Erkennung von bewitterungsbedingten Lackschäden mittels eines degradationsbegleitenden Prüfansatzes“ war es, die Bewitterungs- und somit die Entwicklungszeiten für neue Lackformulierungen zu verkürzen. Hierfür galt es, Prüfmethode zu finden, die frühzeitig auf Änderungen der Lackeigenschaften während der Bewitterung reagieren und sogenannte „Frühindikatoren“ für Veränderungen einzelner Lackeigenschaften zu identifizieren.

Hierbei setzen beide Institute eine langjährige Zusammenarbeit fort und kombinieren ihre analytischen und bildgebenden Verfahren. Gängige Methoden, wie Gitterschnitt, Farb- und Glanzmessungen, Infrarot-Spektroskopie oder dynamisch-mechanische Analyse wurden mit hochempfindlichen Methoden, wie Elektronenspinresonanz-Spektroskopie, elektrochemischer Impedanzspektroskopie und Ultraschallmikroskopie gekoppelt, um die bei der Bewitterung auftretenden photochemisch induzierten Degradationsprozesse zu detektieren. Die verschiedenen Eigenschaftsveränderungen konnten mit einem vereinfachten Photodegradationsmechanismus in einen zeitlichen Zusammenhang gebracht werden. Hieraus wurden „Frühindikatoren“ identifiziert, die Rückschlüsse auf ein späteres Beschichtungsversagen erlauben.

Aus den Messdaten der elektrochemischen Impedanzspektroskopie konnte beispielsweise die Wasseraufnahmereversibilität als sensibler Parameter für das Wasserrückhaltevermögen, der sich schon nach kurzen Bewitterungszeiten verändert, abgeleitet werden. Mit der Elektronenspinresonanz-Spektroskopie lässt sich die Verminderung, der für die photooxidative Degradationsreaktionen verantwortliche Zahl der Radikale, bereits nach sehr kurzer Bewitterungsdauer nachweisen (Abb. 1). Auch diese Methode ist damit zur Früherkennung von Eigenschaftsveränderungen geeignet.

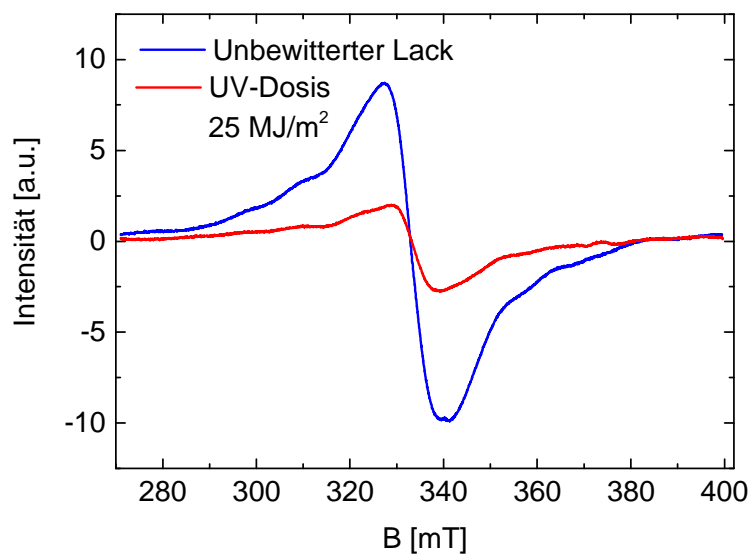


Abbildung 1: ESR-Spektren einer in situ UV-bestrahlten Lackprobe vor und nach einer kurzen Bewitterungsperiode (Fraunhofer IPA).

Ein neues Analyseverfahren für Ultraschallsignale und ultraschallmikroskopische Bilder erlaubt es, Veränderungen der Oberflächentopologie (z.B. Risse oder Welligkeit) zu identifizieren. Modelleexperimente mit partiell versiegelten Lackstellen zeigten, dass sich in Abhängigkeit der Art der Abdeckung schon nach kurzer Bewitterungsdauer Höhenunterschiede von wenigen Mikrometern im Lackaufbau einstellen (Abb. 2) und mit IR-Analysen nachweisbare chemische Veränderungen eintreten (Abb. 3).

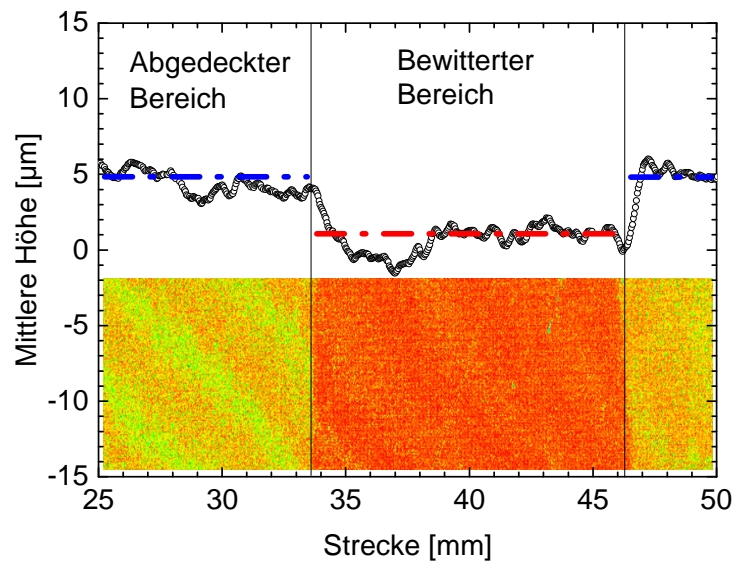


Abbildung 2: Ultraschallmikroskopisches Bild einer für 171 h nach SAE J2527 bewitterten Lackprobe mit partiell abgedeckter Lackoberfläche (linker und rechter Rand). Das aus der Ultraschalllaufzeit berechnete Höhenprofil ist als Messkurve dargestellt (Fraunhofer LBF).

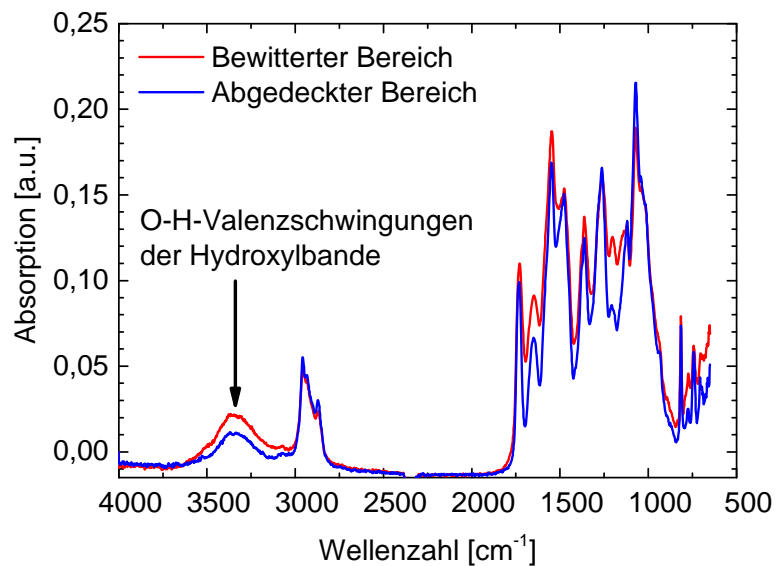


Abbildung 3: Infrarot-Spektren für den abgedeckten und nicht abgedeckten Bereich einer bewitterten Lackprobe (siehe Abb. 2) (Fraunhofer LBF).

## Zusammenfassung

Die Verfolgung aller Phasen der Lackalterung mit hochempfindlichen Messmethoden erlaubt die frühzeitige Detektion von Eigenschaftsveränderungen während der Bewitterung. Mit einem vereinfachten Photodegradationsmechanismus lassen sich bereits aus geringfügigen Eigenschaftsveränderungen Rückschlüsse auf spätere Schädigungen ableiten. Dies ermöglicht kürzere Prüfzeiten.

## Danksagung

Das IGF-Vorhaben 17045N der Forschungsvereinigungen Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung e.V. (DFO), Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e.V. (FPL) und Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V. (FGK) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung.

Des Weiteren bedanken wir uns bei den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses für die intensive Unterstützung der Projektarbeit.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages