

## **Zusammenfassung 85 EN CANDI**

Innerhalb des durchgeführten Vorhabens CANDI wurde die THz-Analyse als zerstörungsfreie Haftungsprüfmethode anhand von ausgewählten Referenzsystemen getestet. Hierzu wurden Beschichtungssysteme mit unterschiedlicher Haftung ausgewählt, präpariert und analysiert. Dabei wurden sowohl die Substrate (Kunststoffe, Metalle) als auch die Beschichtungsstoffe variiert. Es wurden Methoden entwickelt, um an einem Beschichtungssystem gezielt eine Abstufung der Haftung zu erzielen.

Kunststoffsubstrate wurden mit Korona-Entladung aktiviert und mit UV-härtenden Lacken auf Polyurethan-Basis beschichtet. Um eine reproduzierbare Abstufung in der Haftung der UV-Beschichtung auf den eingesetzten PE-Folien zu erreichen, wurden entsprechende Aktivierungsparameter ausgearbeitet.

Als Metallsubstrate wurden mit organischen Lösungsmitteln gereinigte Aluminium- (Gardobond AlMg1 von Chemetall, eloxiert), Stahl- (Gardobond C von Chemetall, chromatiert) und Edelstahlbleche eingesetzt. Ein pigmentierter 2K-Epoxidharz-Lack wurde auf die Metallsubstrate mit sehr guter Haftung appliziert. Eine gezielte Verschlechterung der Haftung wurde durch den Einsatz von kommerziellen Trennmitteln erreicht. Weitere Haftabstufungen auf Metallsubstraten konnte bei Verwendung eines 2K-Polyurethan-Systems erzielt werden.

Die Kunststoff- und Metallbeschichtungen mit unterschiedlicher Haftung wurden mit der zerstörungsfreien THz-Methode in verschiedenen Messanordnungen (Transmission, Reflexion, Interferometrie) evaluiert und die Ergebnisse mit dem Gitterschnitttest verglichen. Zusätzlich wurden Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, die zur Haftungsvariation führen, mit verschiedenen Methoden untersucht (DMA, DSC, Rheologie und Oberflächenspannung).

Die Beobachtungen aus THz-Messungen konnten in mehreren Versuchsreihen nicht reproduzierbar mit der variierten Haftung korreliert werden. In Vergleichsexperimenten auf Kunststoffsubstraten wurde gezeigt, dass mit Hilfe der THz-Messungen zwar zwischen Haftung und einer mechanisch angespressten Beschichtung unterschieden werden kann, die Haftung konnte jedoch nicht entsprechend ihrer Abstufung quantifiziert werden. Problematisch ist dabei, dass Haftung auf mehreren Mechanismen oder ihren Kombinationen basieren kann (chemische Bindung, intermolekulare Wechselwirkungen, mechanische Verklammerung, Elektrostatik). So kann der optimale Zustand einer Substratoberfläche für die eine oder andere Beschichtung unterschiedlich sein. Dies erschwert die Vergleichbarkeit von THz-Messungen an unterschiedlichen Systemen, da unterschiedliche Grenzflächenphänomene die Reflexion der THz-Strahlung beeinflussen können, die möglicherweise, aber nicht zwingend mit der Haftung korrelieren. Somit eignet

sich die THz-Methode nicht zur zerstörungsfreien Haftungsprüfung von organischen Beschichtungen auf Kunststoff- und Metallsubstraten. Es hat sich gezeigt, dass aufgrund der die Haftung beeinflussenden Vorgänge in der molekularen Ebene die Terahertz-Wellenmethode nicht geeignet zu sein scheint, um in diesen Bereichen zu messen. Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass sich diese Methode zur Untersuchung von Multi-Layer-Strukturen und zu Schichtdickenmessungen eignen könnte.

**Das Projektziel wurde erreicht.**

### **Förderhinweis**

Das CORNET Vorhaben **85 EN** der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e.V. - FPL, Allmandring 37, 70569 Stuttgart, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

### **Danksagung**

Dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie wird für die Finanzierung und der IGF für die Förderung des Projekts gedankt. Den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses in Deutschland, Emil Frei GmbH & Co., Asis GmbH, Hemmelrath Lackfabrik GmbH, Pausch Messtechnik GmbH, Erichsen GmbH & Co., danken wir für die Unterstützung des Projekts.



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



**FORSCHUNGSGESELLSCHAFT  
FÜR PIGMENTE UND LACKE E.V.**