

THz-Schichtdickenmessung an Automobillacken und Kunststoffteilen

Jens KLIER, Soufiene KRIMI, Joachim JONUSCHEIT
Fraunhofer IPM, Fraunhofer-Platz 1, 67663 Kaiserslautern

Kurzfassung. Die Bestimmung der Schichtdicke an lackierten Blechen oder Kunststoffen ist ein zentrales Thema in der Industrie. Es wird hier ein kompaktes Terahertz-System vorgestellt, welches die berührungs- und zerstörungsfreie Schichtdickenbestimmung an Mehrschichtsystemen mit einem speziell entwickelten Auswertalgorithmus ermöglicht.

Einführung / Hintergrund

ZUM Schutz oder zur Veredelung werden viele Werkstoffe gezielt beschichtet, wobei die Beschichtungen in zunehmendem Maße als Mehrschichtsystem aufgetragen werden. Solche Werkstoffbeschichtungen erfordern während oder nach dem Beschichtungsprozess eine Kontrolle hinsichtlich Materialeinsatz und Funktionalität. Dazu wird ein Messsystem benötigt, welches auch die Einzelschichtdicken innerhalb eines Mehrschichtsystems zerstörungsfrei, berührungslos und ohne Gefährdung des Benutzers ermitteln kann. Die von Fraunhofer IPM entwickelte Terahertz-Technologie eignet sich ideal zur produktionsnahen Vermessung solcher Mehrschichtsysteme im technisch interessanten Dickenbereich von 10 – 200 μm .

Kompaktes Terahertz-System

Die hier vorgestellten Messungen wurden mit einem am Fraunhofer IPM neu entwickelten Terahertz-System durchgeführt. Der kompakte und robuste Aufbau dieses Systems bietet optimale Voraussetzungen für den Betrieb in industrieller Umgebung. In Abbildung 1 ist das System dargestellt. Die rechte Seite zeigt den am System angeschlossenen Transceiver-Messkopf, der an ein beliebiges Positioniersystem montiert werden kann. Mit einem Arbeitsabstand (variabel über die eingesetzte Optik einstellbar) von 100 mm kann die Probe zerstörungsfrei in Reflexion vermessen werden.



Abb. 1 Kompaktes THz-System optimiert für den industriellen Einsatz.

Messverfahren

Der vom Transceiver ausgesendete THz-Puls wechselwirkt mit dem zu untersuchenden Schichtsystem. Dabei entsteht, in Abhängigkeit von den Schichteigenschaften, an jeder Grenzfläche eine Teilreflexion, welche wieder vom Transceiver aufgesammelt und erfasst wird. Mehrfachreflexionen innerhalb einer Schicht sind ebenfalls möglich. Bei bekannten Materialeigenschaften kann über die Laufzeit die Schichtdicke aller Schichten im Mehrschichtsystem ermittelt werden. Die Bestimmung erfolgt automatisiert mit Hilfe eines angepassten Optimierungsverfahrens, in welchem das Schichtsystem mit variierenden Schichtdicken simuliert und nach einem Vergleich mit der Messung bewertet wird. Die Optimierung ist abgeschlossen, wenn Simulation und Messung die beste Übereinstimmung zeigen.

Ergebnisse

Es werden verschiedene Anwendungsbeispiele aus den Bereichen Automobil- und Kunststoffproduktion vorgestellt. In Abbildung 2 ist beispielhaft die Messung sowie beste Simulation an einem 4-Schichtsystem auf Metall zu sehen. Die hierzu ermittelten Schichtdicken sind unten rechts aufgelistet. Messung sowie Simulation zeigen nur noch minimale Abweichungen. Ein an der Messposition durchgeführter Querschliff zeigte die gleichen Messergebnisse mit einer absoluten Abweichung von weniger als 2 μm .

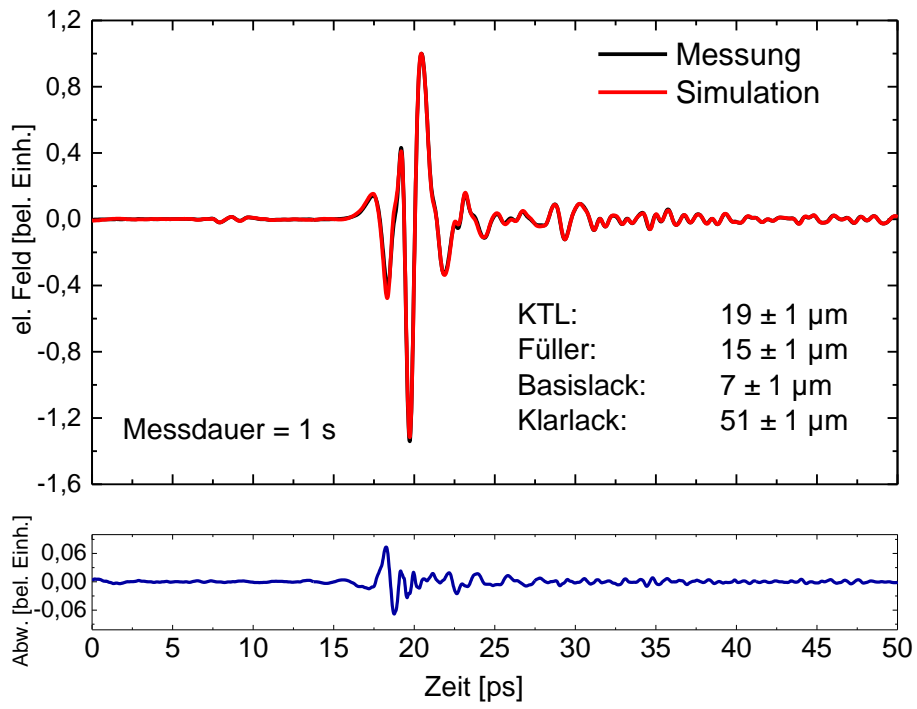


Abb. 2: Auswertung eines 4-Schichtsystem auf Metallsubstrat.